

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

Инженерно-строительный

институт

Инженерные системы зданий и сооружений

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.И.Матюшенко

\_\_\_\_\_

подпись

инициалы, фамилия

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01«Строительство»

08.03.01.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

---

Отопление и вентиляция автотехцентра в г.Омск

тема

Руководитель \_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

В.К. Шмидт

инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

подпись, дата

П.Е.Менстеров

инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

подпись, дата

В.К. Шмид

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Омск» содержит 53 страниц, 4 рисунка, 7 таблиц, 43 формулы, 14 использованных источников, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: теплотехнический расчёт, теплопотери, тепловой расчёт, гидравлический расчёт, воздухообмен, воздушный баланс, аэродинамический расчёт.

Целью настоящей работы было обеспечение нормируемых параметров микроклимата в помещениях автотехцентра.

Для достижения поставленной цели был определён ряд технических задач:

- а) теплотехнический расчёт ограждающих конструкций здания;
- б) расчёт теплопотерь здания через ограждающие конструкции;
- в) расчёт системы отопления;
- г) расчёт системы вентиляции.

В результате проведённого точного расчёта, в здании автотехцентра запроектированы системы отопления и вентиляции, обеспечивающие нормируемые параметры микроклимата. Кроме того, данные системы имеют высокую энергоэффективность, что в настоящее время является актуальным.

## СОДЕРЖАНИЕ

Реферат .....	2
Введение .....	4
1 Исходные данные объекта проектирования .....	5
1.1 Характеристика района и объекта строительства .....	5
1.2 Расчётные параметры наружного воздуха.....	5
1.3 Расчётные параметры внутреннего воздуха.....	6
1.4 Тепловой режим помещения .....	8
1.5 Расчёт теплопотерь.....	12
2 Отопление .....	14
2.1 Выбор системы отопления и нагревательных приборов .....	14
2.2 Тепловой расчёт и подбор отопительных приборов .....	14
2.3 Гидравлический расчёт системы отопления.....	16
2.4 Подбор оборудования.....	19
3 Вентиляция .....	20
3.1 Расчёт поступлений вредных выделений.....	20
3.2 Расчёт воздухообменов в помещениях.....	26
3.3 Составление воздушного баланса.....	29
3.4 Аэродинамический расчёт воздуховодов.....	31
3.5 Подбор оборудования.....	41
4 Технология возведения инженерных систем .....	42
4.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции.....	42
4.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления.....	43
4.3 Последовательность монтажа системы вентиляции .....	44
4.4 Монтаж системы отопления .....	46
4.5 Испытание и сдача в эксплуатацию системы вентиляции.....	47
4.6 Испытание и сдача в эксплуатацию системы отопления.....	48
4.7 Расчёт заготовительных длин воздуховодов.....	49
4.8 Инструменты для монтажа систем вентиляции и отопления.....	51
5 Заключение .....	53
6 Список использованных источников... ..	54

## ВВЕДЕНИЕ

В современном производстве системы отопления и вентиляции являются одной из главных, обеспечивающих условия для повышения творческой активности, высокопроизводительного труда, а также полноценного отдыха людей. Существенная роль отопительно-вентиляционных систем и в защите окружающей среды от загрязнения.

Задача создания эффективно действующих отопительно-вентиляционных систем решается экономичными и прогрессивными способами: устраиваются комбинированные системы для промышленных предприятий, отвечающие высоким технологическим и санитарно-гигиеническим требованиям. В рабочих помещениях целого ряда производств, требуется поддержание заданных параметров воздуха на строго определенном уровне. Это обуславливает необходимость более широкого применения на промышленных предприятиях систем с регулированием и автоматическим управлением, использованием организацией диспетчерских постов и средств телемеханики.

Основной задачей отопительно-вентиляционных систем является поддержание в помещениях допустимых параметров воздушной среды и обеспечение наилучших условий для работы.

При проектировании систем традиционное предпочтение отдается наиболее простым из обеспечивающих заданные условия способам, при которых проектировщики стремятся уменьшить производительность систем, принимая целесообразные конструктивно-планировочные решения здания, внедряя технологические процессы с минимумом вредных выделений, устраивая укрытия мест образования вредных выделений.

Состояние воздушной среды в помещении в холодное время года определяется действием не только отопления, но и вентиляции. Отопление и вентиляция предназначены для поддержания в помещении помимо необходимой температуры определенной влажности, подвижности, давления, газового состава и чистоты воздуха. Во многих производственных и гражданских зданиях отопления и вентиляция неотделимы, они совместно создают требуемое санитарно-гигиенические условия, что способствует снижению числа заболеваний людей, улучшения их самочувствия.

Эффективность работы отопительно-вентиляционных систем, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно принятых схем систем и достоверно проведенных расчетов, но и от организованного монтажа, наладки и эксплуатации самих отопительно-вентиляционных систем.

В представленной работе рассмотрены вопросы проектирования, конструирования, монтажа и эксплуатации отопительно – вентиляционных систем на примере здания автотехцентра.

## 1 Исходные данные объекта проектирования

### 1.1 Характеристики района и объекта строительства

- 1) Район строительства – г. Омск.
- 2) Назначение объекта – автотехцентр.
- 3) Ориентация главного фасада – СЗ.
- 4) Основные характеристики элементов здания:
  - а) наружные стены – панели «сэндвич»;
  - б) утеплитель – пенополиуритан;
  - в) остекление – двухкамерный стеклопакет из стекла с мягким селективным покрытием в алюминиевых переплётках;
  - г) двери – двойные с тамбуром 1,5·2,5;
  - д) полы – керамическая плитка;
  - е) покрытие – кровля совмещенная.
- 5) Теплоноситель – вода с параметрами  $t_1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- 6) Восточник- отопительно – производственная котельная.

### 1.2 Расчётные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по [1], в зависимости от местоположения объекта и назначения самой систем. При расчете систем вентиляции для гражданских зданий следует принимать расчетные параметры А для теплого периода года и параметр Б для холодного. Все исходные значения записываются в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчётные параметры наружного воздуха

Период года	Температура $t$ , $^\circ\text{C}$	Теплосодержание $I$ , кДж/кг	Скорость $v_v$ , м/с
1	2	3	4
Тёплый	28	49,4	1,0
Холодный и переходный	- 36	- 36,1	1,0

### 1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчётные параметры внутреннего воздуха представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчётные параметры внутреннего воздуха

№ помещения	Наименование помещения	Период года	Параметры воздуха		
			Температура, $^\circ\text{C}$	Относ. влажность, %	Скорость воздуха, м/с
1	2	3	4	5	6
Помещение на отм. 0.000					

1	2	3	4	5	6
1	Предпродажная подготовка машин	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
2	Инструментальная	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
3	Кладовая	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
4	Агрегатная	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
5	Узел управления	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
6	Санузел для посетителей	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
7	Санузел для персонала	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
8	Моечная	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
9	Гардероб	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
10	Комната персонала	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
11	Касса	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
12	Комната менеджера и клиента	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
13	Выставочный зал	т	18	60	0,3
		х	16	50	0,2
14	Комната отдыха	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
15	Кабинет директора	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
16	Кабинет бухгалтера	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
17	Приёмная	т	20	60	0,3
		х	18	50	0,2
18	Душевые	т	26	60	0,3
		х	24	50	0,2

Примечание: параметры воздуха для переходного периода принимаются по холодному.

## 1.4 Тепловой режим помещений

### 1.4.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами сопротивления теплопередаче  $R_o$ . Величина  $R_o$  определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$  и является основной целью теплотехнического расчета.

Расчет ведется в соответствии с [2].

При расчете ограждающих конструкций жилых зданий согласно [4] относительную влажность воздуха принимает равной 55% при расчетной температуре внутреннего воздуха в помещениях не менее 16 и не более 24 °С. Тогда по влажностный режим помещений нормальный.

Зона влажности для данного района строительства [2] – нормальная.

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

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o$  следует принимать не менее требуемых значений,  $R_o^{тр}$ , определяемых исходя из санитарно – гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережений. Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_B - t_{от}) \cdot z_{от}, \quad (1)$$

где  $t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{от.пер.}$ ,  $z_{от}$  – средняя температура, °С, и продолжительность, сут., периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по [3].

$$ГСОП = (22 - (-8,1)) \cdot 210 = 6321 \text{ °С} \cdot \text{сут/год.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{тр}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, из условий энергосбережения в зависимости от ГСОП по [2] следующее:

стен – 4,21;

покрытий – 6,23;

окон и балконных дверей – 0,49;

чердака – 3,1.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t^{\text{н}}} \quad (2)$$

где  $n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 3\* [2];

$t_{\text{н}}$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая по [3];

$\Delta t^{\text{н}}$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых [2];

$\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по [2].

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{(18 - (-36)) \cdot 1}{8,7 \cdot 4,5} = 1,37 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее  $0,6 R_0^{\text{тр}}$  стен здания, определяемого по формуле (2):

$$R_0^{\text{тр}} = 0,6 \cdot 1,37 = 0,827 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей) принимаем по [2]:

$$R_0^{\text{тр}} = 0,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

За расчетное сопротивление теплопередаче принимаем большее:

$$R_0 \text{ стены} = 4,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_0 \text{ покрытия} = 5,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_0 \text{ светового проема} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_0 \text{ двери} = 0,6 \cdot 2,96 = 1,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ :

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (4)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности соответствующего слоя, принимаемый [2],  $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ ;



$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый [2], Вт/м<sup>2</sup>·°С.

Исходя из условия  $R_{o}^{тр} < R_o$ , определяем толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta = \lambda \cdot \left[ R_o - \left( \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right], \quad (5)$$

и определяем коэффициент теплопередачи ограждения

$$K = \frac{1}{R} \quad (6)$$

Наружная стена (1-й и 2-ой этажи здания)

- 1) Сталь оцинкованная,  $\lambda = 110$ , Вт/м·°С.
- 2) Пенополиуретан,  $\lambda = 0,05$  Вт/м·°С.
- 3) Сталь оцинкованная,  $\lambda = 110,1$  Вт/м·°С.

Схема наружной стены приведена на рисунке 1.

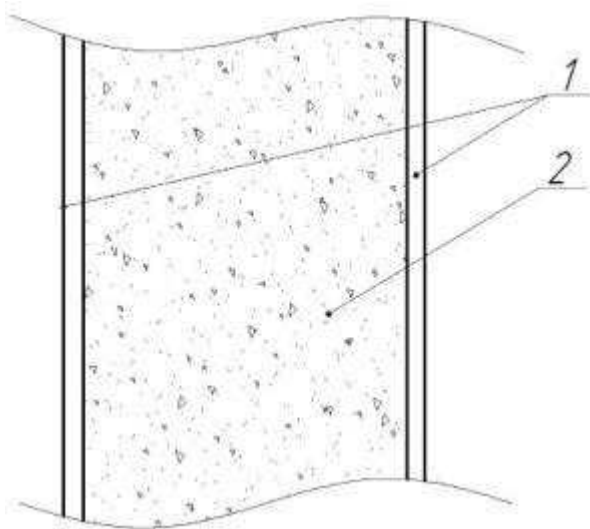


Рисунок 1 – Схема наружной стены

$$\delta = 0,005 \cdot \left[ 2,96 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{110,1} + \frac{0,007}{110,1} + \frac{1}{2,3} \right) \right] = 0,14 \text{ м.} \quad (7)$$

Примем утеплитель толщиной 0,15 м. По формуле (4) рассчитываем термическое сопротивление стены:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,007}{110,1} + \frac{0,15}{0,005} + \frac{0,007}{110,1} + \frac{1}{2,3} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} \quad (8)$$

$$k_{\text{ст}} = 0,31 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

### Кровля

- 1) Гипсокартон,  $\lambda = 0,21 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .
- 2) Профнастил  $\lambda = 110 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .
- 3) Утеплитель «ROCKWOLL»  $\lambda = 0,036 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .
- 4) 2-х слойный кровельный ковер «КЕТЕРАЛ»  $\lambda = 0,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .

Схема кровли приведена на рисунке 2.

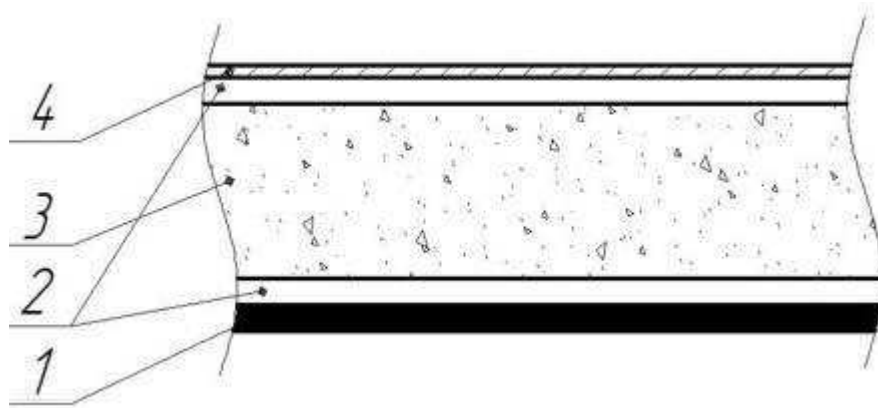


Рисунок 2 – Схема кровли

$$\delta_2 = 0,036 \cdot \left[ 3,67 - \left( \frac{0,1}{0,21} + \frac{0,007}{110} + \frac{0,1}{0,9} \right) \right] = 0,18 \text{ м.} \quad (9)$$

Примем утеплитель толщиной 0,19 м. По формуле (4) рассчитываем сопротивление покрытия:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,9} + \frac{0,19}{0,036} + \frac{0,007}{110,1} + \frac{1}{2,3} = 5,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.} \quad (10)$$

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{5,39} = 0,18 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

### Окна

$$k_o = \frac{1}{0,52} = 1,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

## Двери

$$k_d = \frac{1}{1,77} = 0,56 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}.$$

Для полов и стен, расположенных ниже уровня земли, разделенных по зонам, сопротивление теплопередаче определяем [1]. Коэффициент теплопередачи  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) равен:

- а) 0,48 – для I зоны;
- б) 0,23 – для II зоны;
- 0,12 – для III зоны.

### **1.5 Расчёт теплопотерь**

Основное назначение системы отопления – компенсация теплопотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температуры. При определении тепловой нагрузки отопительной системы  $Q_o$ , Вт, теплопотери на инфильтрацию не учитываются, так как в здании предусматривается приточно – вытяжная вентиляция с избыточным давлением и тогда  $Q_o$ , Вт:

Теплопотери через наружные ограждения здания:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_v - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (7)$$

где  $F$  – расчётная площадь ограждения, м;

$t_v$ ,  $t_n$  – соответственно, расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха, °С;

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

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплопотери через полы, расположенные по грунту рассчитываем по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам. Добавочные потери теплоты принимаем в долях от основных потерь в соответствии с [1].

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции сводится в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции

№, наименование помещения, $t_{в}$ , °С	Ограждение	Размеры	Площадь, $F$ , м <sup>2</sup>	$k$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С	$n(t_{в}-t_{н})$ , °С	$\beta$ , %	$Q_{осн}$ , Вт	$Q_{пол}$ , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101. Выставочный зал, $t_{в} = 18$	нс	11·1,9	20,9	0,45	54	10	558,657	28313
	нс	6·1,9	11,4	0,45	54	10	304,722	
	нс	9·1,9	17,1	0,45	54	5	436,3065	
	нс	3·1,9	5,7	0,45	54	10	152,361	
	витраж	11·3,8	41,8	2,9	54	10	7200,468	
	витраж	6·3,8	22,8	2,9	54	10	3927,528	
	витраж	9·3,8	34,2	2,9	54	5	5623,506	
	витраж	3·3,8	11,4	2,9	54	10	1963,764	
	пт		168,4	0,28	54	-	2546,208	
	ворота	3,5·3	10,5	4	54	5	2381,4	
	пл I зона		64	0,47	54	-	1624,32	
	пл II зона		58	0,23	54	-	720,36	
	пл III зона		54	0,12	54	-	349,92	
пл IV зона		138,4	0,07	54	-	523,152		
102. Предпродажная подготовка автомобилей, $t_{в} = 18$	нс	12·7	56,4	0,27	54	5	863,4276	23067
	нс	12·7	80,3	0,27	54	10	1287,85	
	витраж	9·7	63	2,9	54	5	10359,09	
	пт	38·12	454	0,24	54	-	5883,84	
	пл I зона	35·2	104	0,48	54	-	2695,68	
	пл II зона	27·2	58	0,23	54	-	720,36	
	пл III зона	23·2	54	0,12	54	-	349,92	
	пл IV зона		240	0,07	54	-	907,2	
103. Моечная автомобилей, $t_{в} = 18$	нс	5·5	15,5	0,45	54	10	376,65	9942
	нс	20·5	84,4	0,45	54		2050,92	
	пт		142	0,24	54		1840,32	
	ворота	3·3,5	10,5	2,5	54		1417,5	
	ворота	3·3,5	10,5	2,5	54	10	1417,5	
	до	1,7·1,5	2,55	2,8	54		385,56	
	до	1,7·1,5	2,55	2,8	54		385,56	
	пл I зона		50	0,48	54		1296	
	пл II зона		38	0,23	54		471,96	
	пл III зона		30	0,12	54		194,4	
	пл IV зона		28	0,07	54		105,8	
104. Комната обслуживающего персонала, $t_{в} = 20$	пл	3·4,5	13,5	0,07	56	-	<sup>52,92</sup>	56,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
105. Комната менеджера и клиента, $t_{в} = 20$	пл	3,5·4,5	15,75	0,07	56	-	61,74	61,74
106. Инструментальная, $t_{в} = 18$	витраж	5·5	25	2,9	54	5	4110,7	4558
	пл I зона	5·2	10	0,48	54	-	259,2	
	пл II зона	5·2	10	0,23	54	-	124,2	
	пл III зона	5·2	10	0,12	54	-	64,8	
107. Кабинет директора, $t_{в} = 20$	пт	4,5·8,5	38,3	0,28	56	-	600,54	600,5
108. Кабинет бухгалтера, $t_{в} = 20$	пт	4,5·3,5	20,25	0,28	56	-	317,52	317,5
109. Склад масел, $t_{в} = 15$	нс	3·5	15	0,45	51	5	344,25	1107
	пт	3·6	18	0,24	51		220,32	
	пл I зона	2·2	4	0,47	51	-	95,88	
	пл II зона	3·2	6	0,23	51	-	70,38	

## 2 Отопление

### 2.1 Выбор системы отопления и нагревательных приборов

Система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды двухтрубная, с верхней разводкой. Трубы принимаем стальные водогазопроводные. В качестве нагревательных приборов в административных помещениях используем стальные настенные конвекторы типа «Универсал», в производственных – регистры из гладких труб.

Гидравлическая увязка производится клапанами СТАД.

### 2.2 Тепловой расчёт и подбор отопительных приборов

Тепловой расчёт отопительных приборов заключается в определении габаритов нагревательной поверхности, обеспечивающей необходимое теплоступление в помещение.

Расчёт приведен для стояка №14:

Начальная температура теплоносителя на входе в стояк  $t_{н} = 95$  °С. Конечная температура теплоносителя на выходе из стояка  $t_{к} = 70$  °С.

1. Определяем тепловую нагрузку стояка № 14:

$$Q_{ст} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11} + Q_{12} \text{ Вт.} \quad (8)$$

$$Q_{ст} = 336 + 366 + 809 + 366 + 790 + 790 + 790 + 790 + 374 + 368 = 6954$$

2. Определяем весовую нагрузку стояка №14:

$$G_{\text{ст}} = (Q_{\text{ст}} \cdot 3,6) / (4,19 \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}})), \text{ кг/ч.} \quad (9)$$

$$G_{\text{ст}} = (6954 \cdot 3,6) / (4,19 \cdot (95 - 70)) = 239 \text{ кг/ч.}$$

3. Определяем температуру на выходе из первого прибора:

$$t_{\text{вых}} = 95 - \frac{Q_1}{G_{\text{ст}}}, \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (10)$$

$$t_{\text{вых}} = 95 - \frac{336}{239} = 93,8, \text{ } ^\circ\text{C.}$$

4. Определяем среднюю температуру теплоносителя в приборе:

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (11)$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{95 - 93,8}{2} = 94,4, \text{ } ^\circ\text{C.}$$

5. Определяется фактический температурный напор:

$$\Delta t = t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}, \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (12)$$

$$\Delta t = 94,4 - 18 = 76,4 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Тепловой поток прибора принимаем равным теплопотерям помещения, пренебрегая тепловым потоком от теплопроводов. Определяем требуемый тепловой поток прибора, приведенный к нормируемым условиям по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2}$$

где  $\varphi_1$  – поправочный коэффициент, принимаемый по [10];  $\varphi_2$  – поправочный коэффициент, принимаемый по [10].  
Расчет сведен в таблицу 4.

Таблица 4 – Тепловой расчёт конвекторов типа «Универсал»

№ прибора	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$t_{вх}, ^\circ\text{C}$	$t_{вых}, ^\circ\text{C}$	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{пр}, \text{Вт}$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$Q, \text{Вт}$	Тип прибора
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	18	95	93,8	94,4	76,4	270	1,26	0,99	480	КН20-0,95К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	18	93,8	92,5	93,2	75,2	301	1,23	0,99	480	КН20-0,95К
3	18	92,5	89,6	91,1	73,1	698	1,17	0,99	708	КН20-1,4К
4	18	89,6	88,2	88,9	70,9	324	1,14	0,99	480	КН20-0,95К
5	18	88,2	85,4	86,8	68,8	739	1,08	0,99	708	КН20-1,4К
6	18	85,4	82,6	84,0	66,0	773	1,03	0,99	859	КН20-1,7К
7	18	82,6	79,7	81,2	63,2	830	0,96	0,99	859	КН20-1,7К
8	18	79,7	76,9	78,3	60,3	886	0,9	0,99	859	КН20-1,7К
9	18	76,9	75,5	76,2	58,2	440	0,86	0,99	480	КН20-0,95К
10	18	75,5	72,6	74,1	56,1	985	0,83	0,99	1012	КН20-2,0К
11	18	72,6	71,3	71,95	53,95	475	0,78	0,99	480	КН20-0,95К
12	18	71,3	70,0	70,7	52,7	501	0,74	0,99	556	КН20-1,1К

### 2.3 Гидравлический расчёт системы отопления.

Гидравлический расчет трубопроводов заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

Аксонометрические схемы систем представлены на чертежах.

При гидравлическом расчете теплопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений определяется по методу «удельных линейных потерь давления»:

$$\Delta p = Rl + z, \quad (14)$$

где  $R$  – удельные линейные потери давления на один метр трубы, Па/м;  
 $z$  – местные потери давления на участках, Па.

Расчётная схема системы отопления приведена на рисунке 3.

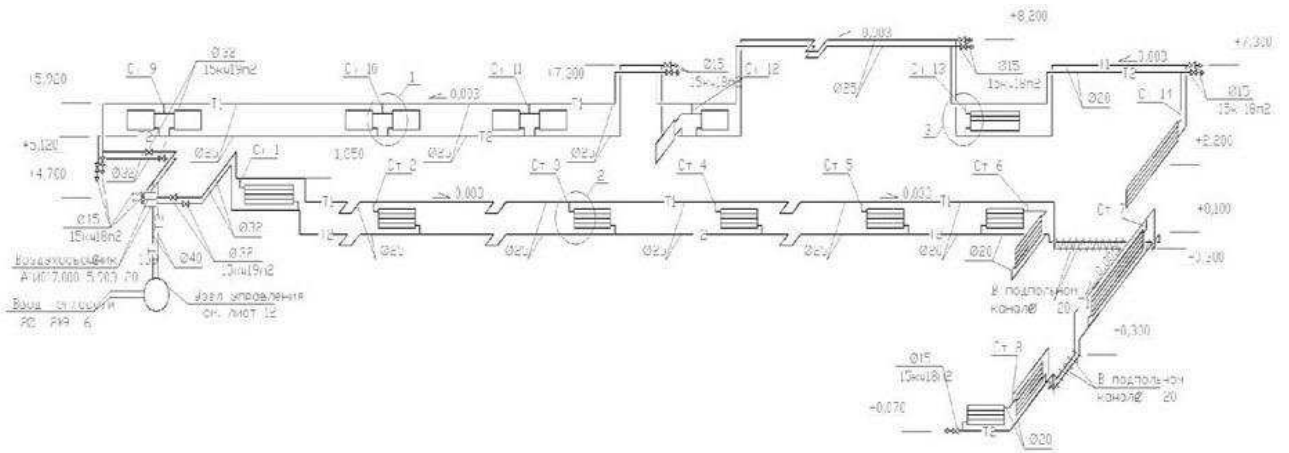


Рисунок 3 – Расчётная схема системы отопления

Гидравлический расчёт системы отопления сведён в таблицу 5.

Таблица 5 – Гидравлический расчёт системы отопления

№ уч.	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d <sub>н</sub> , мм	v, м/с	R, Па/м	p <sub>д</sub> , Па	Rl, Па	Σ ξ	z	Rl + z	H <sub>сист</sub> , Па	D <sub>MS</sub> v-1	Ст. рег.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Система отопления 1														
1	2840	69,8	9	20	0,058	22	11,1	1005	47	521,7	1526,7	1526,7	15	0,2
2	7948	195,3	7,5	20	0,15	57,6	39,2	1907,5	6	235,2	1542,7	3069,4	-	-
3	13056	321	6	25	0,154	20,9	25,5	221,50	3	76,6	298,10	3367,5	-	-
4	18164	446,2	6	25	0,214	12,1	20,8	238,40	5	104	342,4	3709,9	-	-
5	22134	544	7	32	0,154	15,4	26,9	27,10	3	80,7	107,8	3817,7	-	-
6	27242	669	7	32	0,184	8,2	22,1	1280,0	3	66,3	194,3	4012	-	-
7	32350	795	4,5	32	0,224	13,6	33,8	1085,20	6	202,8	1288	5300	-	-
8	35190	865	7	32	0,241	11,3	34,6	88,14	2	69,2	157,3	5457,3	-	-
9	40290	995	9,5	40	0,21	15,7	48,7	353,3	1,5	73,05	426,4	5883,7	-	-
10	40800	1002	3	40	0,216									
11	44660	1097	7	40	0,235									
12	48520	1192	9	40	0,255									
Расчёт ответвлений														



Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
С т 11	1109 5	381	50, 7	2 5	0,18 9	26	17, 9	1318, 2	86, 4	1543, 1	2861, 3	-	2 5	0, 2
С т 10	1479 0	508	54	2 5	0,24 3	45, 1	29, 5	2435, 4	111	3271, 3	5706, 7	-	2 0	0, 5
С т 9	1479 0	508	54	2 5	0,24 3	45, 1	29, 5	2435, 4	111	3271, 3	5706, 7	-	2 0	0, 5
С т 8	6570	226	48, 5	2 0	0,19 1	29, 1	18, 2	1411, 4	57, 2	1043, 3	2454, 7	-	1 5	0, 2
Ответвление 1														
1- 2	1190 0	409	42, 5	2 5	0,19 7	30, 4	19, 4	1292	85, 1	1655	2947	2947	2 5	0, 2
2- 3	2052 0	705	12, 4	2 5	0,34 1	86, 7	58, 3	1075, 1	2	116,6	1191, 7	4138, 7	-	-
3- 4	2914 0	100 1	21, 4	3 2	0,27 7	38, 4	38, 4	821,9	9	345,6	1167, 4	5306, 1	-	-
С т 6	8620	296	29, 4	2 0	0,23	50	26, 5	1470	70	1855	3325	-	2 0	0, 3
С т 7	8620	296	29, 4	2 0	0,23	50	26, 5	1470	70	1855	3325	-	2 0	0, 3
Ответвление 2														
1- 2	4180	144	29, 8	2 0	0,11 1	12, 7	6,2	378,5	41, 6	256,3	634,8	643,8	1 5	0, 2
2- 3	8975	308	12, 4	2 0	0,23 8	54, 1	28, 3	670,5	2	56,64	727,1 4	1361, 9	-	-
3- 4	1818 0	625	11, 2	3 2	0,17 3	16, 2	14, 9	181,4	2	29,9	211,3	1573, 2	-	-
4- 5	2313 5	795	37, 2	3 2	0,22 0	25, 1	24, 2	933,7	13	314,6	1248, 3	<b>2821, 5</b>	-	-
С т 3	4795	165	26, 8	2 0	0,12 8	16, 4	8,2	439,5	40, 6	332,5	772	-	1 5	0, 2
С т 2	9205	316	29, 8	2 0	0,24 4	57	29, 8	1699, 5	68, 4	2036, 3	3735, 8	-	1 5	0, 2
С т 1	4955	170	25, 8	2 0	0,13 2	17, 3	8,7	446,3	39, 4	343,2	789,5	-	1 5	0, 2
Ответвление 3														
1- 2	1406 0	483	68, 3	2 5	0,23 2	42, 5	26, 9	2902, 8	57	1533, 3	4436, 1	4436, 1	2 5	0, 2
2- 3	2079 0	715	10, 4	3 2	0,19 8	20, 5	19, 6	213,2	2	39,2	254,2	4688, 5	-	-

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3-4	31290	1075	1	32	0,238	44	28,3	44	2	56,6	100,6	4789,1	-	-
4-5	43140	1483	22,8	40	0,312	38	48,7	866,4	4	194,7	1061,1	<b>5850,1</b>	-	-
С г 25	6730	232	25,8	20	0,179	30,8	16	793,4	22	352,4	1145,8	-	20	0,2
С г 26	10500	361	47	20	0,284	73,9	40,3	3471	44	1775	5246	-	15	0,2
С г 27	11850	407	41,6	20	0,315	91,5	49,6	3808,1	18	893	4701	-	15	0,2
Ответвление 4														
1-2	6460	221	29,8	20	0,171	28	14,6	834,4	38,4	560,6	1395	1395	20	0,2
2-3	12920	442	12,2	25	0,214	36	22,9	439,2	2	45,8	485	1880	-	-
3-4	19380	663	12,2	25	0,321	66,7	51,5	813,7	2	103	916,7	2796,7	-	-
4-5	25840	884	25,2	32	0,245	30,8	30	776,2	6	180,2	956,4	<b>3753,1</b>	-	-
С г 30	6460	221	17,6	20	0,171	28	14,6	492,8	37,4	546	1038,8	-	15	0,2
С г 29	6460	221	17,6	20	0,171	28	14,6	492,8	37,4	546	1038,8	-	15	0,2
С г 28	6460	221	17,6	20	0,171	28	14,6	492,8	37,4	546	1038,8	-	15	0,2

## 2.4 Подбор оборудования

Для увязки стояков систем отопления на каждом стояке устанавливаем ручной балансировочный клапан СТАД. Они предназначены для распределения расчетных расходов теплоносителя между стояками. Клапан СТАД сочетает функции клапана переменного гидравлического сопротивления, перенастраиваемого вручную, и запорного клапана. Клапан СТАД ограничивает максимальный расход теплоносителя через стояк и устанавливается на подающем стояке системы отопления. Клапан СТАД – запорный и устанавливается на обратных стояках системы отопления.

Предварительная настройка клапана СТАД производится по таблице в зависимости от требуемого расхода теплоносителя через стояк клапана.

Ручные балансировочные клапаны как правило применяют вместо дросселирующих диафрагм для наладки трубопроводной сети, в которой либо отсутствуют автоматические регулирующие устройства, либо эти регуляторы не позволяют ограничить предельный (расчетный) расход перемещаемой среды. СТАД – балансировочные клапаны с повышенной пропускной способности.

Они применяются для одиночной установки на трубопроводах в тех местах, где не требуется организация спуска перемещаемой среды.

Ручной балансировочный клапан подбирается по диаметру трубопровода, на котором он устанавливается. Присоединение к трубопроводам клапана MSV-2650 производится через патрубки с внутренней трубной резьбой. Клапан может монтироваться как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. При установке балансировочного клапана направление движения перемещаемой среды должно совпадать с направлением стрелки на его корпусе. Рекомендуется оставлять до и после клапана прямые участки трубопровода, длина которых соответственно равна пяти и двум диаметрам трубы.

Клапан позволяет менять и фиксировать его пропускную способность с защитой настройки от несанкционированного изменения, а также полностью перекрывать поток перемещаемой по трубопроводу среды.

### **3 Вентиляция**

#### **3.1 Расчет поступлений вредных выделений**

##### **3.1.1 Местные отсосы от оборудования**

Расчёт выделяющихся вредностей для агрегатного помещения и помещения предпродажной подготовки автомобилей проводим по массе выделяющихся вредных веществ.

##### Агрегатное отделение

Источниками газовой выделений в агрегатном отделении являются: ванна для мойки деталей, стенд для испытания форсунок, установка для мойки деталей, стенд для испытания ТНВД, станок точильно-шлифовальный.

Ванна для мойки деталей - ОМ-1316.

Выделяющиеся вредности: пары дизтоплива и керосина.

$L=600 \text{ м}^3/\text{ч}$  (по тех.заданию).

Стенд для испытания форсунок - ДД-2110.

Выделяющиеся вредности: пары дизтоплива.

$L=600 \text{ м}^3/\text{ч}$  (по тех.заданию).

Установка для мойки деталей - "Тайфун".

Выделяющиеся вредности: пары моющих средств.

$L=800 \text{ м}^3/\text{ч}$  (по тех.заданию).

Стенд для испытания ТНВД - ДД-10-05.

Выделяющиеся вредности: пары дизтоплива.  $L=60000/100-0=600$  м<sup>3</sup>/ч (по тех.заданию).

Станок точильно-шлифовальный - ОШ-1.

Выделяющиеся вредности: абразивная и металлическая пыль.

$L=600$  м<sup>3</sup>/ч для станка с диаметром круга 350 мм. (по тех.заданию) Предпродажная подготовка автомобилей

Ванна для мойки деталей - ОМ-1316.

Выделяющиеся вредности: пары дизтоплива и керосина.

$L=600$  м<sup>3</sup>/ч

Шкаф для подзарядки аккумуляторов. Выделяющиеся вредности: водород.

$L=800$  м<sup>3</sup>/ч (по тех.заданию). Стол

сварщика.

$L=1200$  м<sup>3</sup>/ч (по тех.заданию).

Количество оксида углерода, выделяющегося автомобилями при работе, определяем по формуле

$$G_{co} = 15 \cdot B \cdot \frac{P}{100}, \quad (15)$$

где  $B$  – расход топлива, кг/ч,  $B = 10$  кг/ч;  
 $P = 2,4$  %

$$G_{co} = 15 \cdot 10 \cdot (2,4/100) = 3,6 \text{ кг/ч.}$$

$$L = \frac{G_{co} \cdot t \cdot n \cdot 10^6}{K \cdot 60}, \quad (16)$$

где  $t$  – продолжительность газовыделения автомобилем, мин,  $t = 5$  мин;  
 $n$  – число автомобилей, выделяющих газы за час, шт,  $n = 10$  шт;  
 $K$  – предельная концентрация СО в воздухе, мг/м<sup>3</sup>,  $K = 200$  мг/м<sup>3</sup>.

$$L = \frac{3,6 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 10^6}{200 \cdot 60} = 15000 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Расход воздуха удаляемый местными отсосами  $L = 2600$  м<sup>3</sup>/ч

Расход воздуха удаляемый общеобменной вентиляцией  $L = 16000$  м<sup>3</sup>/ч.

Общий расход  $L=18600$  м<sup>3</sup>/ч.

Местные отсосы от технологического оборудования приведены в приложении А.

### 3.1.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Количество тепла, поступающего в помещение от источников искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot q_{\text{осв}} \cdot n_{\text{осв}}, \quad (17)$$

где  $F$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$n_{\text{осв}}$  – доля тепла, поступающего в помещение,  $n_{\text{осв}} = 1$  для ламп, находящихся в помещении;

$q_{\text{осв}}$  – максимально допустимая установленная мощность светильников, Вт/м<sup>2</sup>.

$$Q_{\text{осв(техобсл)}} = 200 \cdot 418,2 \cdot 0,067 = 5605 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{осв(мойка)}} = 150 \cdot 103,8 \cdot 0,067 = 1045 \text{ Вт.}$$

### 3.1.3 Теплопоступления влагопоступления и поступления углекислого газа от людей

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от вида выполняемой человеком работы, температуры внутреннего воздуха в помещении. От влагопоступления в помещения от человека. Теплопоступления от людей:

$$Q_{\text{чел}} = q_{\text{п}} \cdot n, \quad (18)$$

где  $q_{\text{п}}$  – полное или явное тепловыделение одним человеком, Вт;

$n$  – количество человек в помещении.

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

$$W = \frac{W_i \cdot n}{1000}, \quad (19)$$

Поступления углекислого газа от людей зависят от нормы выделений углекислого газа одним человеком

$$M = M_i \cdot n, \quad (20)$$

Количество влаги, поступающей с мокрых поверхностей, г/ч, в помещения определяются по формуле

$$M_{H_2O} = 6 \cdot F \cdot (t_B - t_M), \quad (21)$$

где  $F$  - площадь пола,  $m^2$ ;

$t_B$  - температура внутри помещения по сухому термометру,  $^{\circ}C$ ;

$t_M$  - температура внутри помещения по мокрому термометру.

Для помещений № 103 - Мойка

Для холодного периода ( $t_{вн} = 16^{\circ}C$ )

$$Q_{чел}^{явн} = 116 \cdot 4 = 464 \text{ Вт};$$

$$Q_{чел}^{пол} = 158 \cdot 4 = 632 \text{ Вт};$$

Для теплого периода ( $t_{вн} = 18^{\circ}C$ )

$$Q_{чел}^{явн} = 108 \cdot 4 = 432 \text{ Вт};$$

$$Q_{чел}^{пол} = 154 \cdot 4 = 620 \text{ Вт};$$

Выделение влаги от людей при легкой работе

Холодный период

$$W = \frac{59 \cdot 4}{1000} = 0,236 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

Теплый период

$$W = \frac{67 \cdot 4}{1000} = 0,268 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

Количество влаги, поступающей с мокрых поверхностей

$$W_{тепл} = 6 \cdot 103 \cdot (26 - 20,2) = 3610 \text{ г/ч};$$

$$W_{хол} = 6 \cdot 103 \cdot (16 - 11) = 3115 \text{ г/ч}.$$

$$M_{CO_2} = 45 \cdot 4 = 1,8 \text{ кг/ч}.$$

Для помещения № 102 – Подготовительная

Для холодного периода ( $t_{вн} = 16^{\circ}C$ )

$$Q_{чел}^{явн} = 116 \cdot 4 = 464 \text{ Вт};$$

$$Q_{чел}^{пол} = 158 \cdot 4 = 632 \text{ Вт};$$

Для теплого периода ( $t_{вн} = 18^{\circ}C$ )

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 108 \cdot 4 = 432 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 154 \cdot 4 = 620 \text{ Вт};$$

Выделение влаги от людей при легкой работе

Холодный период

$$W = \frac{59 \cdot 4}{1000} = 0,236 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

Теплый период

$$W = \frac{67 \cdot 4}{1000} = 0,268 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}.$$

### 3.1.4 Теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы

Поступление тепла в помещение в теплый период года через световые проемы и покрытия следует определять в соответствии с методикой, приведенной в [11].

Для упрощенного расчета поступление тепла от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения можно определить по [9]. Таблица составлена для одинарного остекления в пластиковых (деревянных) переплетах. Если применены металлические переплеты, данные таблицы следует умножить на 1,25. Для одинарного стеклопакета следует применить коэффициент 0,6, для двойного - 0,4.

Теплопоступления, Вт, в теплый период от солнечной радиации через остекление определяем по формуле

$$Q_o = q \cdot F \cdot n \cdot K, \quad (22)$$

где  $q$  - удельные поступления тепла в помещения через вертикальное остекление, Вт/м<sup>2</sup>, принимаем по [9];

$F$  - площадь окна, м<sup>2</sup>;

$n$  - количество окон;

$K$  — коэффициент, зависящий от вида остекления.

Помещение - Предпродажная подготовка машин

$$Q_o = 240 \cdot 42 \cdot 0,4 \cdot 1 = 4032 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления, Вт, в теплый период года от солнечной радиации через массивное ограждение покрытия рассчитываем по [9] по формуле

$$Q = q \cdot F, \quad (23)$$

где  $q$  - удельные теплопоступления через массивное ограждение покрытия, принимаем 5 Вт/м<sup>2</sup> [9], Вт/м<sup>2</sup>;

$F$ — площадь покрытия, м<sup>2</sup>.

Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин

$$Q=5 \cdot 418,2 = 2091 \text{ Вт.}$$

Помещение № 4 Мойка

$$Q = 5 \cdot 103,81 = 520 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления через массивные ограждения покрытия и светоопзрачные ограждения учитываем только в теплый период.

Расчет поступлений теплоты, влаги и газов в помещении завершается составлением сводной таблицы выделений теплоты  $Q_{\text{изб}}^{\text{яв}}$  и  $Q_{\text{изб}}^{\text{пол}}$ , влаги  $W$ , газов  $M$  для двух периодов года.

Результаты расчета сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Таблица выделения вредностей

Наименование помещения	Период года	$t_{\text{в}}$ , °С	$Q_{\text{изб}}^{\text{яв}}$ , Вт	$Q_{\text{изб}}^{\text{пол}}$ , Вт	$W$ , кг/ч	$M$ , кг/ч
Мойка	Холдный	16	464	632	3,351	1,8
	Теплый	18	432	620	3,878	1,8
Подготовительная	Холдный	16	464	632	0,236	1,8
	Теплый	18	432	620	0,238	1,8

### Определение избытков тепла

Избытки тепла в помещении следует определять по тепловому балансу как разность суммарных поступлений тепла и теплопотерь.

Для каждого помещения составляют уравнения тепловых балансов.

Помещение № 3 Предпродажная подготовка машин

Холодный период

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{чел}} + Q_{\text{осв}}, \quad (24)$$

где  $Q_{\text{чел}}$  – теплопоступления от людей, Вт;

$Q_{\text{осв}}$  – Количество тепла, поступающего в помещение от источников искусственного освещения, Вт;

$Q_0$  – Количество теплоты поступающей в теплый период года через световые.

Для мойки



Холодный период

$$Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}=464+1045 = 1509 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{изб}}^{\text{полн}}=632+1045 = 1678 \text{ Вт}$$

Теплый период

Для теплого периода года следует дополнительно учитывать теплопоступления от солнечной радиации

$$Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}=432+1045+520 = 2009 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{изб}}^{\text{полн}}=620+1045+520 = 2185 \text{ Вт}.$$

Для подготовительного помещения

Холодный период

$$Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}=464+5605 = 6069 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{изб}}^{\text{полн}}=632+5605 = 6237 \text{ Вт}.$$

Теплый период

Для теплого периода года следует дополнительно учитывать теплопоступления от солнечной радиации

$$Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}=432+5605+2091 = 8128 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{изб}}^{\text{полн}}=620+5605+2091 = 8316 \text{ Вт}.$$

### 3.2 Расчет воздухообменов в помещениях

Для расчета воздухообменов для двух периодов года необходимо знать параметры воздуха в вентиляционном процессе, а также этот процесс для каждого периода изобразить на  $h - d$  диаграмме.

#### 3.2.1 Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения

$$t_y = t_b + (H - 1,5) \cdot \text{grad}t, \quad (25)$$

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

$H$ - высота помещения, м;

$\text{grad}t$  – температурный градиент, принимается в зависимости от удельного избытка явной теплоты  $q$ , (Вт/м<sup>3</sup>)

$$q = \frac{Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}}{V}, \quad (26)$$

где  $Q_{\text{изб}}^{\text{явн}}$  – избыточные явные тепlopоступления, Вт;

$V$  – объем рассчитываемого помещения, м<sup>3</sup>.

Для помещения - мойка

Теплый период

$$q = 2009 / 211,75 = 10,4 \Rightarrow \text{grad}t = 5,6^\circ\text{C}/\text{м};$$

$$t_y = 18 + (3,3 - 2) \cdot 5,6 = 25,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Холодный период

$$q = 1509 / 211,75 = 7,2 \Rightarrow \text{grad}t = 3,23^\circ\text{C}/\text{м};$$

$$t_y = 16 + (3,3 - 2) \cdot 3,3 = 20,4 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Для помещения – предварительной подготовки

Теплый период

$$q = 8182 / 157,15 = 52,03 \Rightarrow \text{grad}t = 5,2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м};$$

$$t_y = 18 + (3,3 - 2) \cdot 5,2 = 25,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Холодный период

$$q = 6069 / 157,15 = 38,0 \Rightarrow \text{grad}t = 3,4 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м};$$

$$t_y = 18 + (3,3 - 2) \cdot 3,4 = 20,4 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Для

Температуру приточного воздуха в холодный период года допускается принимать на 4 – 6 °С ниже расчетной температуры внутреннего воздуха в помещении.

$$t_{\text{пр}}^{\text{x}} = 14 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$t_{\text{пр}}^{\text{T}} = 14 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является угловой коэффициент луча процесса – отношение избыточного тепла к избыточной влаге. Эту характеристику определяют для двух периодов года по формуле:

$$E = (3,6 \cdot Q_{\text{изб}}^{\text{п}}) / W . \quad (27)$$

Для помещения -мойка

$$E_{\text{хол}} = (3,6 \cdot 1678) / 3,351 = 32470 \text{кДж/кг};$$

$$E_{\text{тёп}} = (3,6 \cdot 1509) / 3,351 = 36478 \text{кДж/кг}.$$

Для помещения - подготовительная

$$E_{\text{хол}} = (3,6 \cdot 6237) / 0,236 = 31647 \text{кДж/кг};$$

$$E_{\text{тёп}} = (3,6 \cdot 8316) / 0,238 = 31767 \text{кДж/кг}.$$

Определение расчетных воздухообменов

Расчет воздухообменов производят исходя из условий ассимиляции поступлений теплоты, влаги и газов вредностей.

По избыткам явной теплоты

$$G = Q_{\text{изб}}^{\text{яв}} / \left( 0,278 \cdot (t_{\text{у}} - t_{\text{п}}) \right), \quad (28)$$

где  $Q_{\text{изб}}^{\text{яв}}$  - избытки явного тепла в помещении, Вт;

$t_{\text{у}}, t_{\text{п}}$  – температура воздуха, соответственно, удаляемого и подаваемого, °С.

По избыткам полного тепла

$$G_2 = Q_{\text{изб}}^{\text{п}} / \left( 0,278 \cdot (I_{\text{у}} - I_{\text{п}}) \right), \quad (29)$$

где  $Q_{\text{изб}}^{\text{п}}$  – избытки полного тепла, Вт;  
 $I_{\text{у}}, I_{\text{п}}$  – энтальпия воздуха, соответственно, удаляемого и подаваемого, кДж/кг.

По избыткам влаги

$$G_3 = W / (d_{\text{у}} - d_{\text{п}}), \quad (30)$$

где  $W$  – избытки влаги, кг/ч;  
 $d_{\text{у}}, d_{\text{п}}$  – влагосодержание воздуха, соответственно, удаляемого и подаваемого, г/кг сух. возд.

По газовым вредностям

$$G_4 = M / (c_{\text{у}} - c_{\text{п}}), \quad (31)$$

где  $c_{\text{у}}, c_{\text{п}}$  – содержание газа в воздухе, соответственно удаляемого и подаваемого, г/м;  
 $M$  – количество газов, выделяющихся в помещении, г/ч.

При одновременном поступлении в помещение различных вредностей воздухообмен определяют по каждой вредности отдельно. За расчетный воздухообмен принимается больший. Объемное количество воздуха, м<sup>3</sup>/ч, определяют по формуле

$$L = \frac{G}{\rho}, \quad (32)$$

где  $G$ -воздухообмен, кг/ч;

$\rho$ - плотность воздуха, кг/ м<sup>3</sup>.

### 3.3 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют по всем помещениям. Расчетные воздухообмены, как по вредностям, так и по нормируемой кратности для всех помещений заносят в таблицу. При этом вначале составляется баланс в кг/ч, а затем определяется объемное количество воздуха в м<sup>3</sup>/ч. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает приток. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, холлы.

Расчёт воздушного баланса сведён в таблицу 9.

Таблица 9 – Воздушный баланс помещений

Помещение		Приточная вентиляция				Вытяжная вентиляция			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наим.	Объём , м <sup>3</sup>	Мех, кг/ч	Ест, кг/ ч	Всего, кг/ч	Крат- ность	Мех , кг/ч	Ест, кг/ч	Всего, кг/ч	Крат- ность
Выставочный зал	1178	2500		2500	2	2500		2500	2
Предпродажная подготовка автомобилей	3178	4800	-	4800	1,5	4800	-	4800	1,5
Инструментальная	150	220	-	200	1,5	220	-	200	1,5
Склад масел	75	100	-	1040	1	100	-	1040	1
Агрегатная	75	100	-	1040	1	100	-	1040	1
Кабинет директора	150	300	-	300	1	300	-	300	2
Кабинет бухгалтера	66,8	130	-	130	2	130	-	130	2
Комната отдыха	89,1	180	-	180	2	180	-	180	2
Холл	80	160	-	160	2		0	-	
Комната персонала	60	60	-	60	1	60	-	60	1
Гардероб	80	120	-	175	1,5	-	-	-	
Душевые	28,8					75	-	75	75 кг/ч на 1 душ
Касса	9,9					50	-	50	
Санузел	40,5					50	-	50	50 кг/ч на 1 унитаз

Воздушный баланс соблюден.

### 3.3.1 Принципиальная схема систем вентиляции

В здании автотехцентра проектируем приточно-вытяжную вентиляцию с механическим и естественным побуждением.

В зависимости от категории производства и вида выделяющихся вредностей и в соответствии с нормативными требованиями ВСН 01-99 “Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей”, “Методике проведения инвентаризационных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий” и согласно “Стоянки автомобилей” принимаем решения по организации воздухообмена и устройству систем

вентиляции. Расчет воздухообмена производим после решения схемы вентиляции данного помещения.

Основными вредными выделениями в демонстрационных залах, пунктах выдачи приемке автомобилей, а также в мойке, ремонтном и кузовном цехах при работе автомобильных двигателей являются окись углерода и окислы азота.

Общие газовыделения в помещениях для хранения и технического обслуживания автомобилей определяются по формуле:

$$M_r = n \cdot q \cdot N \cdot k, \quad (33)$$

где  $n$  – максимальное число автомобилей; выезд/час  $q$ - удельные газовыделения, г/кВт;

$N$  – мощность двигателя автомобиля; кВт  $k$ -коэффициент учета интенсивности движения автомобилей.

Также в здании имеется оборудование, снабжаемое местными отсосами (шкафами, зонтами). Количество воздуха, удаляемого местными отсосами, определяется на основании нормативных данных, по кратности воздухообмена в укрытии.

Тепловыделения от электрического теплового оборудования рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{зо}} = 1000 \cdot k_0 \cdot \sum N_{\text{общ}} \cdot k_3 \cdot (1 - k_1), \quad (34)$$

где  $\sum N_{\text{общ}}$  – установленная мощность модулированного электрического оборудования, равная 12кВт;

$k_1$ -коэффициент эффективности, равен 0,75;

$k_0$ - коэффициент одновременности теплового оборудования;

$k_3$ - коэффициент загрузки теплового оборудования, равен 0,65.

Для помещений расчет воздухообмена ведется по нормируемой кратности:

$$L = K_p \cdot V, \quad (35)$$

где  $K_p$ - нормируемая кратность воздухообмена, ч<sup>-1</sup>;

$V$ - объем помещения, м<sup>3</sup>.

### 3.4 Аэродинамический расчет воздуховодов

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

Перед началом расчета вычерчивают схемы воздухопроводов систем в аксонометрической проекции. На схемах указывают номера участков и расходы воздуха.

Расчет выполняют по методу удельных потерь давления, согласно которому потери давления, Па, на участке воздуховода длиной 1, м, определяют по формуле:

$$\Delta p = R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot l + z, \quad (36)$$

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

$\beta_{\text{ш}}$  - коэффициент шероховатости;

$z$  - потери давления в местных сопротивлениях, Па;

$l$ - длина участка.

Потери давления в местных сопротивлениях на участке:

$$z = \sum \varphi \cdot p_{\text{д}}, \quad (37)$$

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

$p_{\text{д}}$ - динамическое давление, Па.

Коэффициент местного сопротивления на участке, находящийся на границе 2-х участков необходимо относить к участку с меньшим расходом. Аэродинамический расчет системы вентиляции состоит из двух этапов: расчета участков основного направления (магистральной) и увязки всех остальных участков системы. Расчет ведется в следующей последовательности.

1) На аксонометрической схеме выбирают основное (магистральное) направление, для чего выявляют наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков, при равной протяженности магистралей за расчетную принимают наиболее загруженную, производят нумерацию участков магистральной, начиная с участка с меньшим расходом, а затем нумеруют участки ответвлений. На каждом участке указывают расход воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, длину  $l$ , м. Результаты аэродинамических расчетов заносят в таблицу 7.

2) Заполнение таблицы 7 начинают с магистральной. Согласно аксонометрической схеме заносят в графы 1,2,3 номер участка, расход воздуха, длину участка.

3) Размеры сечения воздухопроводов на участках определяют, ориентируясь на рекомендуемые скорости движения воздуха на участках  $V_{\text{рек}}$ , м/с. по таблицам.

Для прямоугольных воздухопроводов с размерами  $a \cdot b$  определяют эквивалентный по скорости диаметр круглого воздуховода:

$$d_3 = \frac{2ab}{a+b}, \quad (38)$$

- 4) Определяют удельные потери давления на трение  $R$  по номограммам или таблицам, составленным для стальных воздухопроводов. Для воздухопроводов из других материалов вводится другой коэффициент  $\beta_{ш}$ , который заносят в графу.
- 5) Потери давления на трение определяют по формуле (36) и заносят в соответствующую графу.
- 6) Используя таблицы местных сопротивлений, определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений (к.м.с.) на участке  $\Sigma\xi$  и ее заносят в соответствующую графу. При этом следует помнить, что к.м.с., находящийся на границе двух участков, относят к участку с меньшим расходом, значения к.м.с., отнесенные к какой-либо скорости, необходимо перед внесением в таблицу привести к скорости расчетного участка.
- 7) Потери давления в местных сопротивлениях  $z$ , Па, определяют по формуле (37) и заносят в соответствующую графу.
- 8) Определяют общие потери давления на расчетном участке  $P$ , Па, и заносят в соответствующую графу. Общие потери давления в системе равны сумме потерь в последовательно соединенных участках по магистральному направлению, которые заносят в соответствующую графу.
- 9) Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15%:

$$\Delta = \frac{(\Delta p_{\text{маг}} - p_{\text{отв}})}{P_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (39)$$

где  $p_{\text{маг}}$  – сумма потеря давления по магистральному направлению от точки разветвления до первого участка, Па.

Для увязки потерь давления в ответвлениях используем клапаны ручной регулировки РК.

Расчётные схемы приведены на рисунках 4 и 5.

Аэродинамический расчёт сведён в таблицу 7.



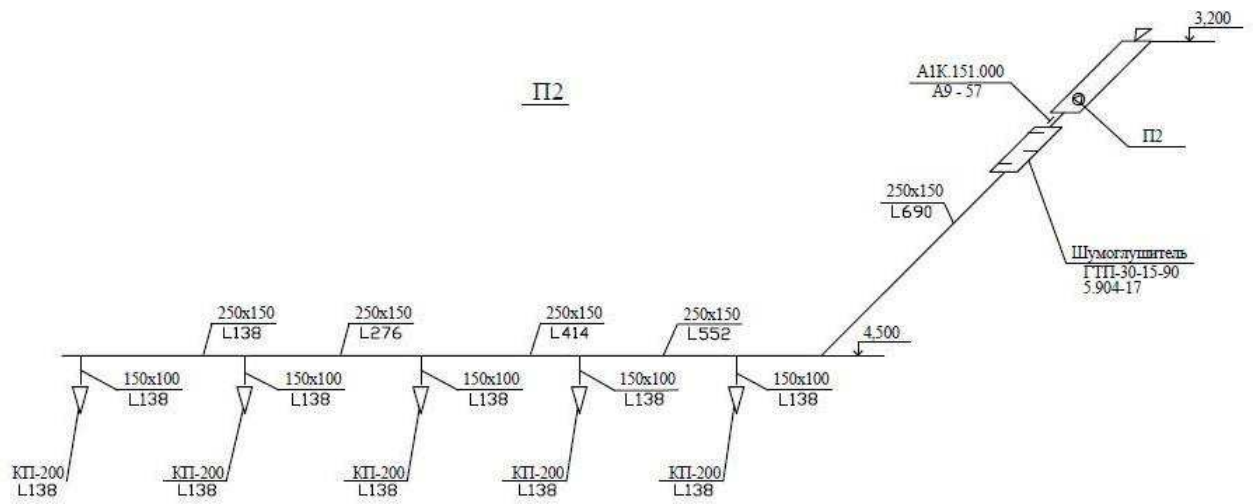


Рисунок 4 – Аксонометрическая схема П2

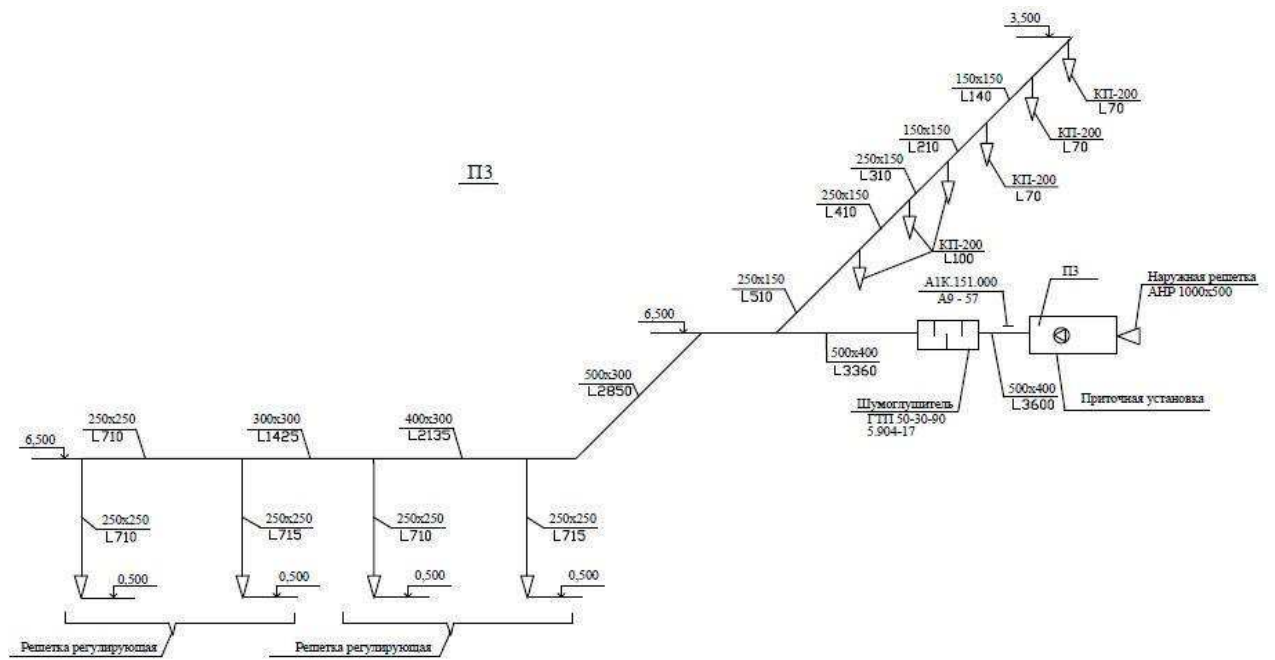


Рисунок 5 – Аксонометрическая схема П3

Таблица 10– Аэродинамический расчёт систем вентиляции

№ уч.	Расход L, м3/ч	Длина, м	а, мм d, мм	в, мм	Площадь F, м2	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шероховат ости $\beta_{ш}$	$R \times \beta_{ш} \times l$ , Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	$\Delta P$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па
<b>Система ПЗ</b>														
1-2	140	2,7	160		0,020	1,94	1	1	2,70	0,2	2,5	0,5	43,2	43,2
2-3	280	3,8	200	150	0,030	2,59	0,6	1	2,28	1	4,5	4,5	6,8	50,0
3-4	340	3,4	200	150	0,030	3,15	0,80	1	2,72	0,7	7	4,9	7,6	57,6
4-5	480	2,5	200	200	0,040	3,33	0,9	1	2,25	1,5	9,2	13,8	16,1	73,7
5-6	740	5,1	300	200	0,060	3,43	0,78	1	3,98	1,5	9,2	13,8	17,8	91,4
6-7	860	1,1	300	200	0,060	3,98	0,95	1	1,05	6	11,5	69,0	70,0	161,5
7-8	1140	1,6	500	200	0,100	3,17	1,13	1	1,81	3,1	18	55,8	57,6	219,1
8-9	1240	2,5	500	200	0,100	3,44	1,14	1	2,85	6	18,1	108,6	111,5	330,5
9-10	1360	26,0	500	250	0,125	3,02	0,35	1	9,10	7,5	5,9	44,3	258,4	588,9

Продолжение таблицы 10

№ уч.	Расход L, м <sup>3</sup> /ч	Длина, м	a, мм d, мм	b, мм	Площадь F, м <sup>2</sup>	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шероховат ости β <sub>ш</sub>	R×β×l, Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
<b>Ответвления</b>														
11 - 3	60	3,0	150	100	0,015	1,11	0,23	1	0,69	0,5	0,9	0,5	50,1	50,1
						Невязка		-0,32						
12 - 13	70	2,0	150	100	0,015	1,30	0,27	1	0,54	0,5	1,1	0,6	44,1	44,1
13 - 4	140	1,5	150	100	0,015	2,59	1	1	1,50	0,7	4,5	3,2	4,7	48,7
						Невязка		13,38						
14 - 5	260	5,5	200	100	0,020	3,61	1,5	1	8,25	0,5	8,1	4,1	62,3	62,3
						Невязка		13,41						
15 - 6	120	3,1	150	100	0,015	2,22	0,71	1	2,20	0,5	3,4	1,7	73,9	73,9
						Невязка		14,17						
16-17	110	2,0	150	100	0,015	2,04	0,58	1	1,16	0,5	2,4	1,2	153,4	153,4

Продолжение таблицы 10

№ уч.	Расход L, м <sup>3</sup> /ч	Длина, м	a, мм d, мм	b, мм	Площадь F, м <sup>2</sup>	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шерохова тости β <sub>ш</sub>	Rхβхl, Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
17-18	170	1,6	150	100	0,015	3,15	1,2	1	1,92	1,8	5,6	10,1	12,0	165,4
18-7	280	3,0	200	150	0,030	2,59	0,54	1	1,62	0,6	3,7	2,2	3,8	169,2
						Невязка		-5						
<b>Система П2</b>														
1-2	340	1,2	300	200	0,071	1,34	0,16	1	0,19	0,5	1,5	0,8	36,9	36,9
2-3	680	1,2	400	200	0,080	2,36	0,31	1	0,37	0,5	3,7	1,9	2,2	39,2
3-4	1020	1,2	500	300	0,150	1,89	0,14	1	0,17	0,3	2,4	0,7	0,9	40,1
4-5	1360	1,2	500	300	0,150	2,52	0,25	1	0,30	0,3	3,8	1,1	1,4	41,5
5-6	1700	1,2	600	300	0,180	2,62	0,2	1	0,24	0,3	4	1,2	1,4	42,9
6-7	2040	1,2	600	300	0,180	3,15	0,29	1	0,35	0,35	7	2,5	2,8	45,7
7-8	2380	1,2	600	300	0,180	3,67	0,42	1	0,50	0,4	9,3	3,7	4,2	50,0

Продолжение таблицы 10

№ уч.	Расход L, м <sup>3</sup> /ч	Длина , м	a, мм d, мм	b, мм	Площадь F, м <sup>2</sup>	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шероховат ости β <sub>ш</sub>	Rхβхl, Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
8-9	2720	1,2	600	300	0,180	4,20	0,52	1	0,62	0,3	11,7	3,5	4,1	54,1
9-10	3060	1,2	600	300	0,180	4,72	0,62	1	0,74	0,3	14,5	4,4	5,1	59,2
10-11	3400	9,0	600	300	0,180	5,25	0,77	1	6,93	2,2	18	39, 6	46,5	105, 7
11-12	3800	25,0	400	700	0,280	3,77	0,36	1	9,00	0,6	10	6,0	341, 0	446, 7
13-14	200	2,5	150	200	0,018	3,15	0,34	1	0,85	0,6	2	1,2	72,1	72,1
14-11	400	15,0	150	200	0,030	3,70	1,3	1	19,50	3	9,4	28, 2	47,7	119, 8
						Невязка		-5						

Продолжение таблицы 10

№ уч.	Расход L, м <sup>3</sup> /ч	Длина , м	a, мм d, мм	b, мм	Площадь F, м <sup>2</sup>	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шероховат ости β <sub>ш</sub>	Rхβхl, Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	ΔP, Па	ΣΔP, Па
<b>Система В1</b>														
1-2	1600	3,0	700	300	0,210	2,12	0,18	1	0,54	1	3,5	3,5	54,0	54,0
2-3	3200	3,0	800	300	0,240	3,70	0,33	1	0,99	1	8	8,0	9,0	63,0
3-4	4800	3,0	800	500	0,400	3,33	0,21	1	0,63	1,0	7,3	7,3	7,9	71,0
4-5	6400	3,0	800	500	0,400	4,44	0,33	1	0,99	1	12	12, 0	13,0	84,0
5-6	8000	6,0	800	500	0,400	5,56	0,5	1	3,00	1,5	18,3	27, 5	80,5	164, 4

Окончание таблицы 10

№ уч.	Расход L, м <sup>3</sup> /ч	Длина, м	a, мм d, мм	b, мм	Площадь F, м <sup>2</sup>	Скорость V, м/с	R, Па/м	Коэф-т шероховат ости $\beta_{ш}$	$R_x \beta_{x1}$ , Па	Сумма к.м.с.	Динам. давление, Па	Z, Па	$\Delta P$ , Па	$\Sigma \Delta P$ , Па
<b>Система В2</b>														
1-2	80	4,0	150	100	0,015	1,48	0,35	1	1,40	0,9	1,4	1,3	69,7	69,7
2-3	160	4,0	150	150	0,023	1,98	0,43	1	1,72	0,5	2,4	1,2	2,9	72,6
3-4	240	7,0	150	200	0,030	2,22	0,45	1	3,15	1,3	3,1	4,0	7,2	79,8
4-5	640	19,0	150	300	0,045	3,95	1,1	1	20,90	2,7	10	27, 0	107, 9	187, 7
6-7	200	4,0	150	200	0,030	1,85	0,32	1	1,28	0,6	2,1	1,3	69,5	69,5
7-4	400	4,0	150	200	0,030	3,70	1,1	1	4,40	1,2	8,5	10, 2	14,6	84,1
						Невязка		-6						

### 3.5 Подбор оборудования

Выбор радиального вентилятора выполняют по требуемой производительности  $L_B$ , м<sup>3</sup>/ч, и полному давлению вентилятора  $p_B$ , Па

$$L_B = 1,1 \cdot L, \quad (40)$$

Для приточных систем вентиляции

$$p_B = 1,1 \cdot \Delta p_{\text{маг}} + \Delta p_{\text{к}} + H_{\text{рф}} \quad (41)$$

для вытяжных систем вентиляции:

$$p_B = 1,1 \cdot \Delta p_{\text{маг}}, \quad (43)$$

где  $\Delta p_{\text{маг}}$  – общие потери давления в воздуховодах по магистральному направлению, Па;

$\Delta p_{\text{к}}$  – сопротивление калориферной установки по воздуху;

$H_{\text{рф}}$  – сопротивление фильтра.

Подбираем оборудование для приточной системы

$$L_B = 9196 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$$P_B = 767 \text{ Па}.$$

1. Вентилятор канальный ВРПД-4-4-3 900x500, электродвигатель N=11кВт, n=1450 об/мин.
2. Канальный водяной электронагреватель PBAS 1000x500-3-2,5, P=153 Па.
3. Фильтр FLR 1000x500, P=80Па.
4. Шумоглушитель PSA 1000x500/1000; P=10 Па.
5. Клапан АВК 1000x500 с электроприводом DA 2, P=5 Па.
6. Решетка АРН 1000x500, P=157 Па.



Система В1

$L_B = 869 \text{ м}^3 / \text{ч};$

$P_B = 122 \text{ Па} .$

1. Вентилятор канальный RKB 400x200 E1, электродвигатель N=0,207кВт, n=2400 об/мин.

2. Клапан АВК 400x200, с электроприводом DAS2(S), P=5 Па.

3. Шумоглушитель PSA 400x200/1000; P=10 Па.

#### **4 Технология возведения инженерных систем**

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

В системах вентиляции 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 и включают в себя следующие основные последовательно – вспомогательные процессы:

- а) подготовку объекта к монтажу указанных систем;
- б) приём и складирование воздуховодов и оборудования;
- в) комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- г) подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости – проведение предмонтажной ревизии оборудования;
- д) сборку узлов;
- е) доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа;
- ж) установку средств крепления;
- з) монтаж оборудования;
- и) укрупнительную сборку оборудования;
- к) монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов;
- л) монтаж опусков и деталей систем;
- м) изготовление и монтаж подмеров;
- н) обкатку смонтированного оборудования;
- о) наладку и регулирование систем;

сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы: устройство перекрытий, стены 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 разрабатываются 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 55 мм, 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.

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 3 м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500 мм также должны иметь крепления.

Трубопроводы, нагревательные приборы и калориферы при температуре теплоносителя выше 378 К (105<sup>0</sup>С) устанавливаются на расстоянии не менее 100 мм 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 – 30 мм 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 подводов к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах от 5-10 мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500 м 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 устанавливают на дюбелях с применением строительно-монтажного пистолета. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

### **4.3 Последовательность монтажа системы вентиляции**

При монтаже металлических воздуховодов следует соблюдать следующие основные требования СНиП “Внутренние санитарно-технические системы”: не допускать опирания воздуховодов на вентиляционное оборудование; вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от отвесной линии более чем на 2 мм на 1 м длины; фланцы воздуховодов и бесфланцевые соединения не следует заделывать в стены, перекрытия, перегородки и т.д.; болты во фланцевых соединениях должны быть затянуты до отказа, все гайки болтов располагаются с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки располагаются с нижней стороны соединения; воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажнённого воздуха следует монтировать так, чтобы в нижней части воздуховодов не было продольных швов; разводящие участки воздуховодов в которых возможно выпадение росы их транспортируемого влажного воздуха, прокладывают с уклоном 0,01...0,15 в

сторону дренирующих устройств; воздуховоды следует надёжно крепить к строительным конструкциям, свободно подвешиваемые воздуховоды должны быть расчалены путём установки двойных подвесок через каждые две одинарные подвески при длине подвески до 1,5 м и через каждую одинарную подвеску при её длине более 1,5 м.

Способ монтажа воздуховодов выбирают в зависимости от их положения характера объекта, местных условий, расположением относительно строительных конструкций, а также от решений, заложенных в ППР или в типовых технологических картах.

Расчётный шаг кронштейнов, подвесок и других креплений воздуховодов устанавливается монтажным проектом, рабочей документацией или в соответствии со СНиПом назначается до 3 м при диаметрах круглых горизонтальных воздуховодов или размерах стороны прямоугольного воздуховода более 400 мм и не более 4 м для воздуховодов остальных размеров и вертикальных металлических.

Крепить растяжки и подвески непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды. Конструктивные размеры средств крепления воздуховодов для всех диаметров и размеров приведены в альбоме типовых конструкций серия 5.904-1 “Крепления стальных неизолированных воздуховодов”.

Монтаж воздуховодов независимо от их конфигурации и месторасположения начинают с разметки и осмотра места прокладки, с тем чтобы выявить наиболее удобные пути транспортирования и подъём воздуховодов и недостающие средства крепления. Затем устанавливают на проектных отметках грузоподъёмные средства, доставляют в зону монтажа деталей воздуховодов и пристреливают недостающие закладные детали. Далее из отдельных деталей собирают укрупнённые блоки в соответствии с комплектовочной ведомостью с установкой хомутов для подвески воздуховодов.

Воздуховоды собирают на фланцевых и бесфланцевых соединениях. При сборке на фланцах следят за тем, чтобы прокладки между фланцами обеспечивали плотность соединения и не выступали внутрь воздуховода. При бесфланцевых соединениях воздуховодов применяют простейшие раструбные, бандажные, телескопическое, планочное и реечное соединения, а также бесфланцевое соединение с соединительной рейкой.

Вертикальные воздуховоды монтируют методом наращивания, выдавливанием или поворотом с помощью падающей стойки или подставки. При монтаже металлических вертикальных воздуховодов так же, как и при монтаже горизонтальных, размечают места установки средств крепления и грузоподъёмных средств, устанавливают их и доставляют детали воздуховодов к месту монтажа. Укрупнённая сборка воздуховодов в звенья производится не во всех случаях. Звенья или петли воздуховодов соединяют между собой с монтажного горизонта или подмостей.

После укрупнительной сборки воздуховодов в звенья непосредственно у места монтажа на полу приступают к монтажу горизонтальных воздуховодов. По

концам звена крепят оттяжки, удерживающие блок от раскачивания во время подъёма и облегчающие его заводку на место установки.

#### **4.4 Монтаж системы отопления**

При монтаже системы отопления должно быть обеспечено: точное выполнение работ в соответствии с проектом и указаниями СНиПа; плотность соединений, прочность крепления элементов систем, вертикальность стояков; соблюдение проектных уклонов разводящих и магистральных участков; отсутствие кривизны и изломов на прямолинейных участках трубопроводов; исправное действие запорной и регулирующей арматуры, предохранительных устройств и контрольно-измерительных приборов; возможность удаления воздуха и полного опорожнения системы и наполнения её водой; надёжное закрепление оборудования и ограждений их вращающихся частей.

Перед установкой трубы проверяют на отсутствие засорения, а их концы, оставляемые открытыми, закрывают инвентарными пробками, для этой цели применять паклю или тряпки запрещается.

В двухтрубных системах водяного отопления стояк горячей воды монтируется справа, стояк обратной воды – слева. В системах парового отопления стояк монтируют справа от конденсационного. Расстояние между осями стояков диаметром до 32 мм принимается 80 мм, а при большем диаметре это расстояние определяется из условий удобства монтажа.

Расположение отопительных приборов средств регулирования, подводок и обвязок для различных систем отопления определяется проектной документацией, с выполнением нормативов: расстояние от оси трубопровода до поверхности штукатурки стены равно 35 мм для труб диаметром до 32 мм; радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки стены.

При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проёма. В однотрубной системе отопления с односторонним присоединением отопительных приборов открыто прокладываемый стояк монтируется на расстоянии  $150 \pm 50$  мм от кромки оконного проёма, а длина подводок к отопительным приборам должна быть не более 400 мм.

Задвижки на магистралях и вводе в здание устанавливаются шпинделем вверх на горизонтальном трубопроводе и шпинделем горизонтально на вертикальном трубопроводе. Направление потока транспортируемой среды любое.

Вентили запорные монтируются шпинделем вверх с наклоном в пределах верхней полуокружности на горизонтальном трубопроводе и шпинделем горизонтально на вертикальном трубопроводе. Направление потока транспортируемой среды – под клапан.

Краны пробковые проходные сальниковые устанавливают пробкой вверх

или горизонтально. Краны пробковые натяжные устанавливают так, чтобы ось пробки была параллельна стене, к которой крепят трубопровод. Направление потока транспортируемой среды любое.

Конденсатоотводчики монтируют горизонтально, направление потока – определяется стрелкой на корпусе конденсатоотводчика.

Остальная запорная арматура монтируется в горизонтальном положении. Направление потока – под клапан. Установка регуляторов, предохранительных клапанов и контрольно-измерительных приборов производится согласно рабочему проекту или в соответствии с заводской инструкцией.

Манометры одного назначения, устанавливают на трубопроводах и оборудовании, целесообразно располагать на одном уровне с монтажом перед каждым манометром трёхходового крана. На трубопроводах, имеющих температуру выше  $105^{\circ}\text{C}$ , манометры присоединяют через сифонную трубку.

Штуцера термометров должны находиться в потоке теплоносителя, против направления движения среды. Расширительные баки устанавливают на опорах, кронштейнах или подвешивают на хомутах в верхней точке системы отопления и присоединяют с системой беззапорных и регулировочных устройств. На строительной площадке расширительные баки устанавливают согласно монтажному проекту в проектное положение, подсоединяют к соответствующим трубам и покрывают тепловой изоляцией.

Горизонтальные воздухооборники устанавливают в высших точках системы на горизонтальных участках трубопроводов. На патрубках для выпуска воздуха устанавливается запорный вентиль для отвода воздуха или конденсата в атмосферу или канализационную сеть. В неотапливаемых помещениях воздухооборники покрываются тепловой изоляцией.

При работе агрегатов шум и вибрация передаются от насоса через трубопроводы и фундаменты. Для устранения вибраций и шума где это необходимо насосные агрегаты устанавливают на плавающих фундаментах. На всасывающих и нагнетательных трубопроводах устанавливаются гибкие вставки.

#### **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 воздухопроводов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздухопроводов 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 осуществляется в три этапа: наружным осмотром, испытания манометрическим или гидростатическим методом и испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяют исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утверждённому проекту правильность сборки, 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 согласованно с руководством ТЭЦ.

Паровые и водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течении 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 отключения 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 °С, 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 Расчёт заготовительных длин воздуховодов

Рисунок 8 - Аксонометрическая схема системы вентиляции

1. Воздуховод 400x200  $l_1=2850- l_{г.в.}=2850-130=2720$  2 шт. по 1360 мм.
2. Переход с сечения 400x200 на  $d$  200  $l_2=300$  мм.
3. Переход с  $d$  200 на сечение 200x200  $l_3 =300$  2 шт.
4. Отвод  $d$  200  $l_4=345$  мм 3 шт.
5. Воздуховод  $d$  200.  
 $l_5=2280- l_{г.в} - l_2-2 \cdot l_3 - l_{кл} - l_4 =2280-130-300-2 \cdot 300-350-345=1160$  мм.
6. Воздуховод  $d$  200  $l_6=9800-7100-2 \cdot l_4=2700-2 \cdot 345=2010$  мм.
7. Воздуховод  $d$  200  $l_7=7850-2 \cdot l_4=7850-2 \cdot 345=7160$  3 шт. по 2000 мм 1 шт. 1160мм.
8. Тройник  $l_8=940$  мм (см. узел I).

9. Тройник  $l_9=225$  мм (см. узел II) 2 шт.
10. Воздуховод  $d 125$   $l_{10}=2190- l_9/2- l_8/2=2190-470-112,5=1610$  мм 2 шт.
11. Отвод  $d 125$   $l_{11}=295$  мм 2 шт.
12. Воздуховод  $d 125$   $l_{12}=4125- l_{11}- l_9/2=4125-295-112,5=3720$ мм 2 шт. по 1860.
13. Воздуховод с решеткой  $d 125$   $l_{13}=300$  мм 4 шт. (см. узел III).
14. Воздуховод  $l_{14}=3600- l_{11}- l_{13}=3600-295-300=3000$  2 шт. по 1500 мм.
15. Воздуховод  $d 125$   $l_{15}=3600- l_{13}- l_9/2=3600-300-112,5=3190$  мм 2 шт. 1500 мм, 2 шт. по 1690 мм.

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

Перечень инструмента и приспособлений для монтажа систем отопления и вентиляции приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Инструменты постоянного пользования

Инструмент	Обозначение	Число	Срок службы, мес.
Метр складной металлический	-	5	18
Отвес-рулетка.	СТД972/2	2	36
Уровень брусковый	L=200мм	1	24
Молоток:			
Слесарный	800г.	2	24
кровельный	750г.	2	24
ключи:			
гаечные двусторонние	8x10мм	2	36
	13x14мм	2	36
	17x19мм	2	36
	S=30	1	24
Гаечный разводной	СТД961/76	6	24
Ножницы по металлу СТД-48	L=200мм	2	24
Зубило слесарное	16x60	2	9
	8x60	1	6

## Окончание таблицы 8

	l=200мм	3	24
Крейцмейсель слесарный	-	4	18
Плоскогубцы	-	1	24
Струбцина для сборки фланцев	-	1	12
Маска сварочная	СТД931/2	4	18
Электродержатель	Q=1-1,5т.	2	2
Оправки удлинённые	d=10-12мм	5м	6
Лебёдки рычажные			
Трос стальной.			

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы отопления и вентиляции на сегодняшний день актуальны и пользуются большим спросом для обеспечения комфортных условий в производственных зданиях по допустимым нормам.

В соответствии с предоставленным заданием мной были разработаны инженерные системы для обеспечения микроклимата здания в соответствии с нормами, стандартами и правилами. В данной работе представлены расчёты системы отопления и вентиляции, а также рассмотрены вопросы, связанные с монтажом данных систем.

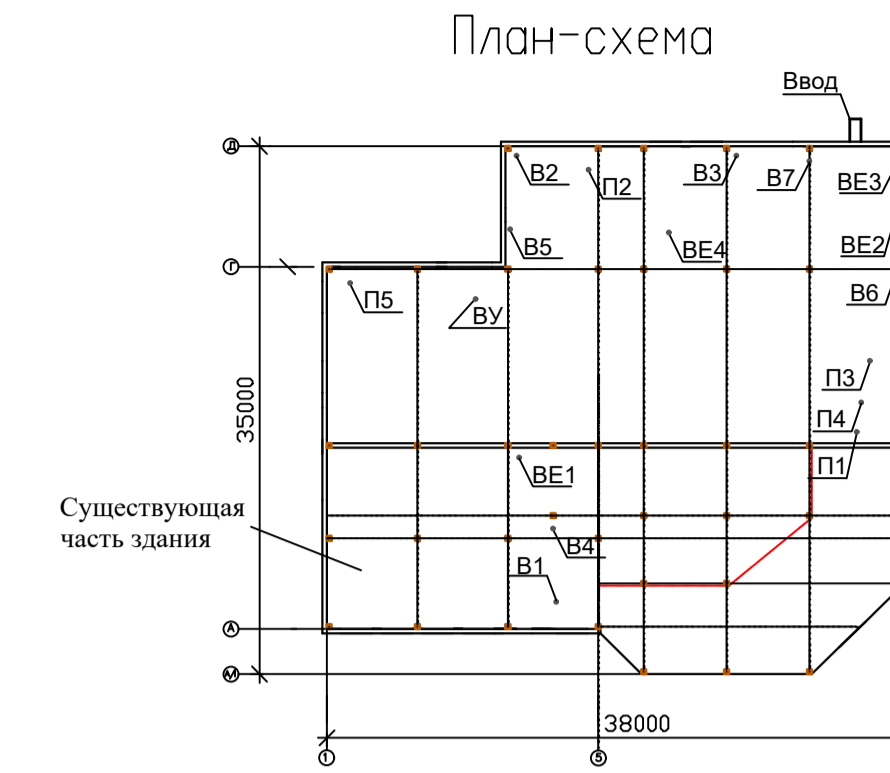
В заключении, исходя из выше сказанного необходимо владеть навыками точного расчета и рационального подбора оборудования для создания микроклимата, посредствующего жизнедеятельности людей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 60. 13330. 2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
2. СП 50. 13330. 2012 Тепловая защита зданий
3. СП 131. 13330. 2012 Строительная климатология
4. СП 118. 13330. 2012 Общественные здания и сооружения
5. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения/ Промстройпроект. – М.: 1993 – 42с.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.І. Отопление / Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990 – 344с.
7. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / В.П.Титов и др. – М.: Стройиздат 1985-208с.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.ІІ. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990-370с.
9. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч 2. Вентиляция /Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439с.
10. Справочное пособие для расчета стальных отопительных конвекторов типа «Универсал».
11. Говоров В.П. и Стешенко А.Л. Производство санитарно-технических работ. – М.: Стройиздат, 1976. – 400с.
12. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М: Стройиздат, 1990. – 495с. – (Справочник строителя).
13. Ананьев В.А., Балужева Л.Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие-М.: «Евроклимат», издательство «Арина», 2000- 416с.
14. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989. – 300с.

# Характеристика систем

Характеристика отопительно - вентиляционных систем																													
Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки, агрегата	Вентилятор					Электродвигатель			Воздуонагреватель					Фильтр				Примечание								
				Тип, исполнение по взрывоз.	№	Схема по пол.	Пол. жение	L м3/ч	P Па (кгс/м2)	п об/мин	Тип, исполнение по взрывозащите	N кВт	п об/мин	Тип	№	Кол.	Т-ра нагрева, оС	от	до	Расход тепла, Вт (ккал/ч)		P Па (кгс/м2)	Тип	№	Кол.	P Па (кгс/м2)			
П1	1	Выставочный зал	--	HRZP01-250	1	--	3600	1320	2880	--	2,2	2880	Нагреватель	--	40	18	69940	--	Фильтр G4 Vorfilter	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
П2	1	Мойка	--	IRE 40x20E	1	--	690	450	2510	--	0,183	2510	РВЕС 400x200/12	--	40	18	12940	--	FLK 400x200	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
П3	1	Предпродажная подготовка машин	--	TRZP05-201	1	--	3360	771	2860	--	1,5	2860	Нагреватель	--	40	18	65270	--	Фильтр G4 Vorfilter	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
П4	1	Административные помещения	--	ЕНАЕ250-2-07*	1	--	1050	585	2690	--	0,61	2690	Нагреватель	--	40	18	20400	--	Карманный G4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
П5	1	Гардеробные	--	СК 200В	1	--	250	500	2400	--	0,158	2400	РВЕС 160/5,0	--	40	23	5275	--	FLK 160	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В1	1	Выставочный зал	--	IRE 60x35 F	1	--	3090	780	1300	--	3,3	1300	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В2	1	Мойка	--	СК 250С	1	--	3090	780	2420	--	0,185	2420	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В3	1	Предпродажная подготовка машин	--	IRE 60x35 D	1	--	3090	780	1200	--	1,78	1200	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В4	1	Административные помещения	--	СК 315 С	1	--	3090	780	2370	--	0,274	2370	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В5	1	Душевые и санузлы	--	СК 200 В	1	--	3090	780	2420	--	0,158	2420	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В6	1	Инструментальная	--	СК 250С	1	--	3090	780	2420	--	0,185	2420	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
В7	1	Местный отсос	--			--				--			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
У1,У2	2	Мойка	Завеса электрическая мощность 12,0 кВт, длина 1670 мм								--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
У3,У4	2	Выставочный зал	Завеса электрическая мощность 3,1 кВт, длина 975 мм								--		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Общие указания

Проект отопления и вентиляции автоцентра в г. Омске разработан на основании архитектурно-строительных чертежей и технологического задания. Технические решения, принятые в проекте соответствуют требованиям экологическим, санитарно-гигиеническим, противопожарным и другим норм, действующих на территории РФ, и обеспечивают безопасную эксплуатацию объекта. Проект выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами: СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование", СНиП 2.09.04-87\* "Административные и бытовые здания". Расчетные параметры наружного воздуха, принятые для проектирования:

Отопление в зимний период минус 36оС  
 Вентиляция в зимний период минус 36оС  
 Вентиляция в летний период 28оС

Внутренняя температура помещений принята согласно СНиП. Источником теплоснабжения является котельная, теплоноситель горячая вода с параметрами 95-70°С. В здании запроектировано 2 системы водяного отопления: двухтрубная с верхней разводкой и горизонтальная тупиковая. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких труб и конвекторы типа "Универсал", а также во внутренних помещениях установлены электрообогреватели "НОВО". Вентиляция автоцентра приточно-вытяжная с механическим и естественным побуждением. Приточный воздух, очищенный в фильтрах и подогретый в электрокалориферах поступает в помещения. Вытяжка осуществляется при помощи вентиляторов. Для предупреждения снижения температуры воздуха в районе ворот проектируются электрические воздушно-тепловые завесы. Воздуховоды выполнены из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14978-80ж. Воздуховоды в местах пересечения перекрытия, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки воздуховодов предусматривать из негорючих материалов. Монтаж систем отопления и вентиляции производить в соответствии со СНиП 3.05.01-85\* "Внутренние санитарно-технические системы". Системы отопления и вентиляции после монтажа отрегулировать на заданную проектом производительность. Для наладки систем вентиляции в воздуховодах установить лючки для замера параметров воздуха. Воздуховоды, проходящие снаружи, теплоизолировать минеральной ватой на синтетическом связующем марки 150 по ГОСТ 23208-83. Покровный слой-стеклопластик рулонный РСТ-ХН ТУВ-11-145-80.

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	<u>Ссылочные документы</u>	
Серия 1.494-10	Решетки щелевые регулируемые. Тип Р.	
Серия 4.904-69	Детали крепления санитарно-технических приборов и трубопроводов.	
Серия 5.903-13	Изделия и детали трубопроводов	
Серия 5.904-51	Зонты и дефлекторы вентиляционных систем.	
Серия 5.904-41	Клапаны обратные общего назначения	
Серия 5.903-20	Воздухосборники для систем отопления и теплоснабжения вентиляционных установок.	
Серия 5.903-21	Унифицированные конструкции приточных вентиляционных конструкций.	
Серия 5.904-50	Решетки вентиляционные регулируемые типа РВ.	
Серия 5.904-1	Детали крепления воздуховодов.	
Серия 5.904-4	Двери и люки для вентиляционных камер	
Серия 5.904-13	Заслонки воздушные унифицированные для систем вентиляции	
Серия 5.904-20	Клапаны огнезадерживающие	
Серия 5.904-38	Гибкие вставки к вентиляторам.	
Серия 5.904-39	Воздухораспределители плоскостные регулируемые многофазузионные, тип ПРМ.	

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План системы отопления на отметке 0,000	
3	План системы вентиляции на отметке 0,000	
4	План системы вентиляции на отметке 3,300	
5	Схема системы отопления	
6	Схемы систем вентиляции	

Основные показатели по чертежам отопления и вентиляции

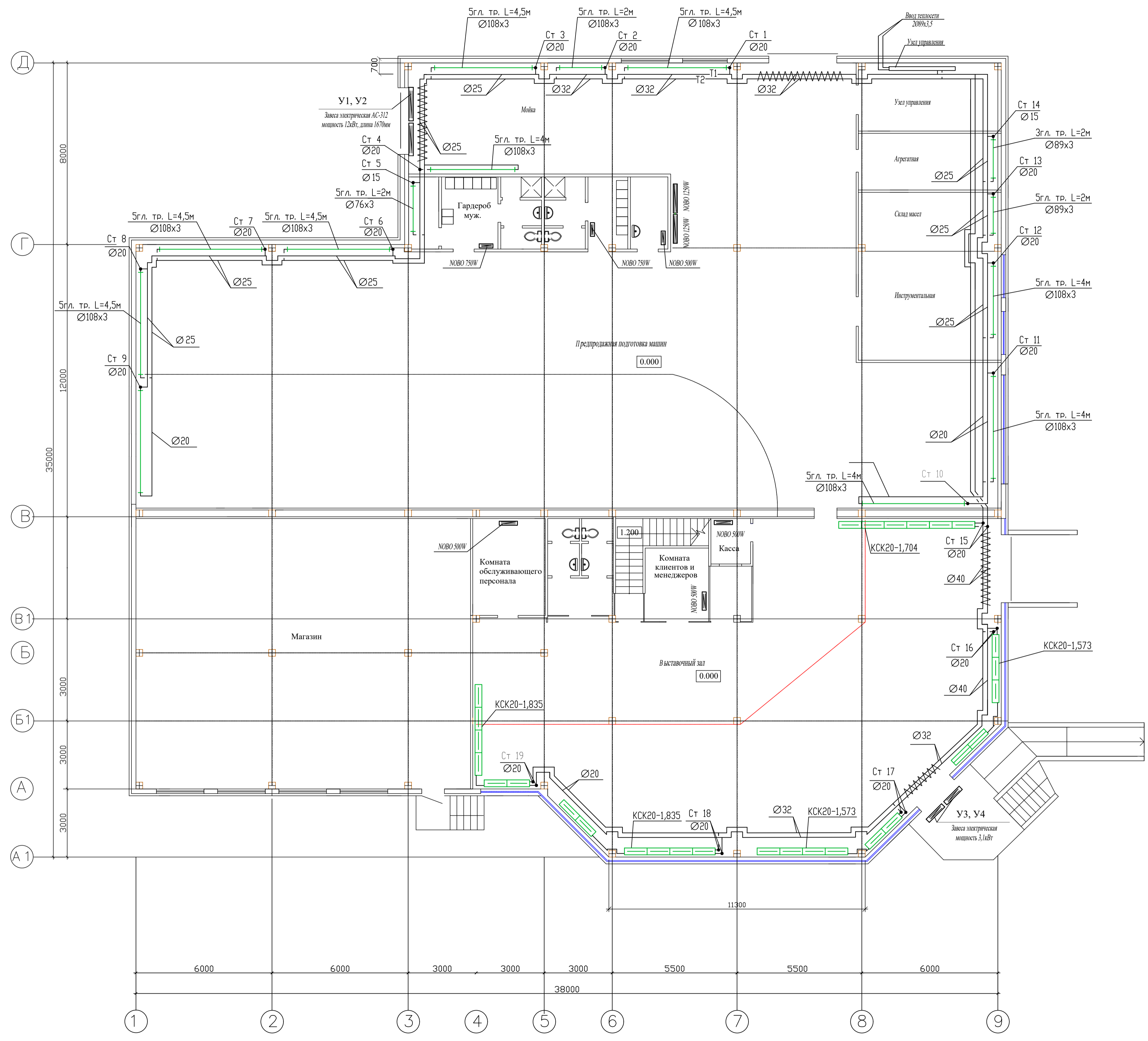
Наименование здания (сооружения), помещения	Объем м3	Периоды года при t н, оС	Расход тепла, Вт (ккал/ч)			Расход холода, Вт (ккал/ч)	Установленная мощность эл. двиг. кВт	
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение			
Автотехцентр	--	-36	93010	183925	--	276925	--	65,11

Согласовано

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

БР-08.01.03.05-2021-ОВ							
Сибирский Федеральный Университет							
Изм.	Коп.уч.	Лист	Модок	Подпись	Дата		
Разработал	Менестров						
Проверил	Шмидт						
Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Омск					Стадия	Лист	Листов
					У	1	6
Общие данные					Кафедра ИСЗиС		
Н.контр. Зав.каф.	Шмидт	Метко					





Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м²
1	Выставочный зал	168,4
2	Предпродажная подготовка а/м	454
3	Инструментальная	30
4	Склад масел	15
5	Агрегатная	15
6	Узел управления	18
7	моечная а/м	142
8	Гардеробная муж.	18
9	Душевая	3,6
10	Душевая	3,6
11	Сан. узел	1,5
12	Сан. узел	1,5
13	Гардеробная жен.	6
14	Комната персонала	13,5
15	Комната менеджера	15,75
16	Касса	3
17	Сан. узел	13,5

Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание
1	2	3	4	5	6
Вентиляция					
1		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 500Вт	шт	8
2		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 750Вт	шт	6
3		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 1000Вт	шт	2
4		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 1250Вт	шт	2
5		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 1500Вт	шт	9
6		Отопительный прибор	"НОВО", мощность 2000Вт	шт	33
7		Регистр из 5 гл. тр.	108x3 L= 4,5м	шт	5
8		Регистр из 5 гл. тр.	108x3 L= 4м	шт	3
9		Регистр из 5 гл. тр.	108x3 L= 2м	шт	1
10		Регистр из 5 гл. тр.	89x3 L= 2м	шт	1
11		Регистр из 5 гл. тр.	76x3 L= 2м	шт	1
12		Регистр из 3 гл. тр.	89x3 L= 2м	шт	1

БР-08.01.03.05-2021-ОВ

Сибирский Федеральный Университет

Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Омск

План системы отопления на отметке 0.000

Изм.	Кол.ум	Лист	Модок	Подпись	Дата
Разработал	Менкоров				
Проверил	Шмидт				
Н.контр. Зав.каф.	Шмидт Меткошено				

Стадия	Лист	Листов
У	2	6

Кафедра ИСЗиС

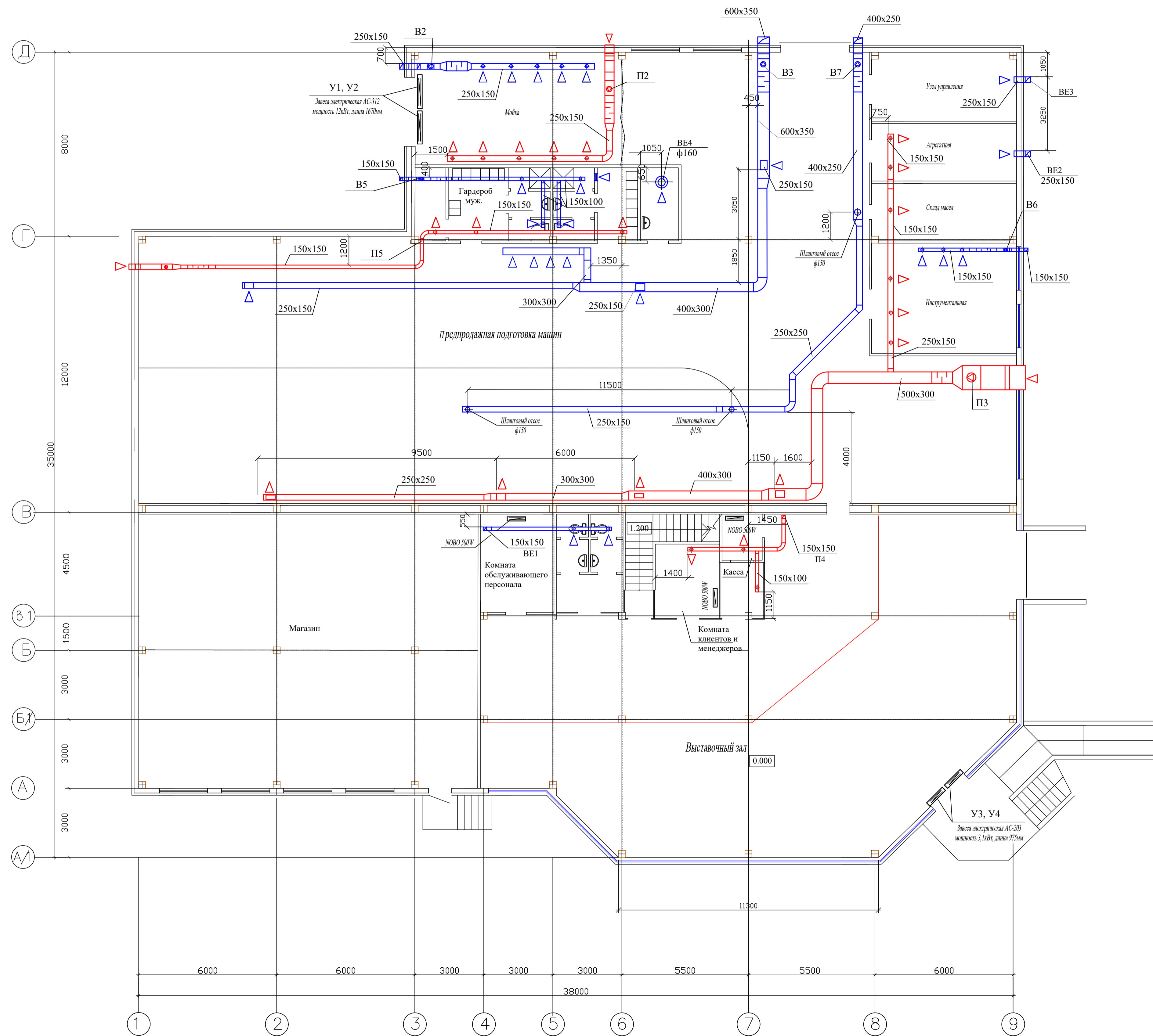
Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл

# План на отм. 0.000



## Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Выставочный зал	168,4
2	Предпродажная подготовка а/м	454
3	Инструментальная	30
4	Склад масел	15
5	Агрегатная	15
6	Узел управления	18
7	мочная а/м	142
8	Гардеробная муж.	18
9	Душевая	3,6
10	Душевая	3,6
11	Сан. узел	1,5
12	Сан. узел	1,5
13	Гардеробная жен.	6
14	Комната персонала	13,5
15	Комната менеджера	15,75
16	Касса	3
17	Сан. узел	13,5

## Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание
1	2	3	4	5	6
Вентиляция					
П2	Приточная камера с автоматикой:		комп.	1	
1	Вентилятор канальный	IRE 400x200 E	шт	1	
2	Электрический нагреватель	PBEC 400x200/12	шт	1	
3	Фильтр	FLK 400x200	шт	1	
4	Воздушный клапан	ABK 400x200	шт	1	
П3	Приточная камера с автоматикой:		комп.	1	
1	Вентилятор	TRZP05-201	шт	1	
2	Специальный нагреватель		шт	1	
3	Фильтр G4	Vortfilter	шт	1	
4	Клапан утепленный с эл.нагревом		шт	1	
B5	Вентилятор канальный	СК 200 B	шт	1	
B6	Вентилятор канальный	СК 250 C	шт	1	

БР-08.01.03.05-2021-ОВ

Сибирский Федеральный Университет

Изм.	Кол.уч.	Лист	Модок	Подпись	Дата
Разработал	Менкстеров				
Проверил	Шмидт				
И.контр. Зав.каф.	Шмидт Метлицкино				

Отопление и вентиляция автоцентра в г. Омск

План системы вентиляции на отметке 0.000

Стадия Лист Листов  
У 3 6

Кафедра ИСЗиС

Согласовано

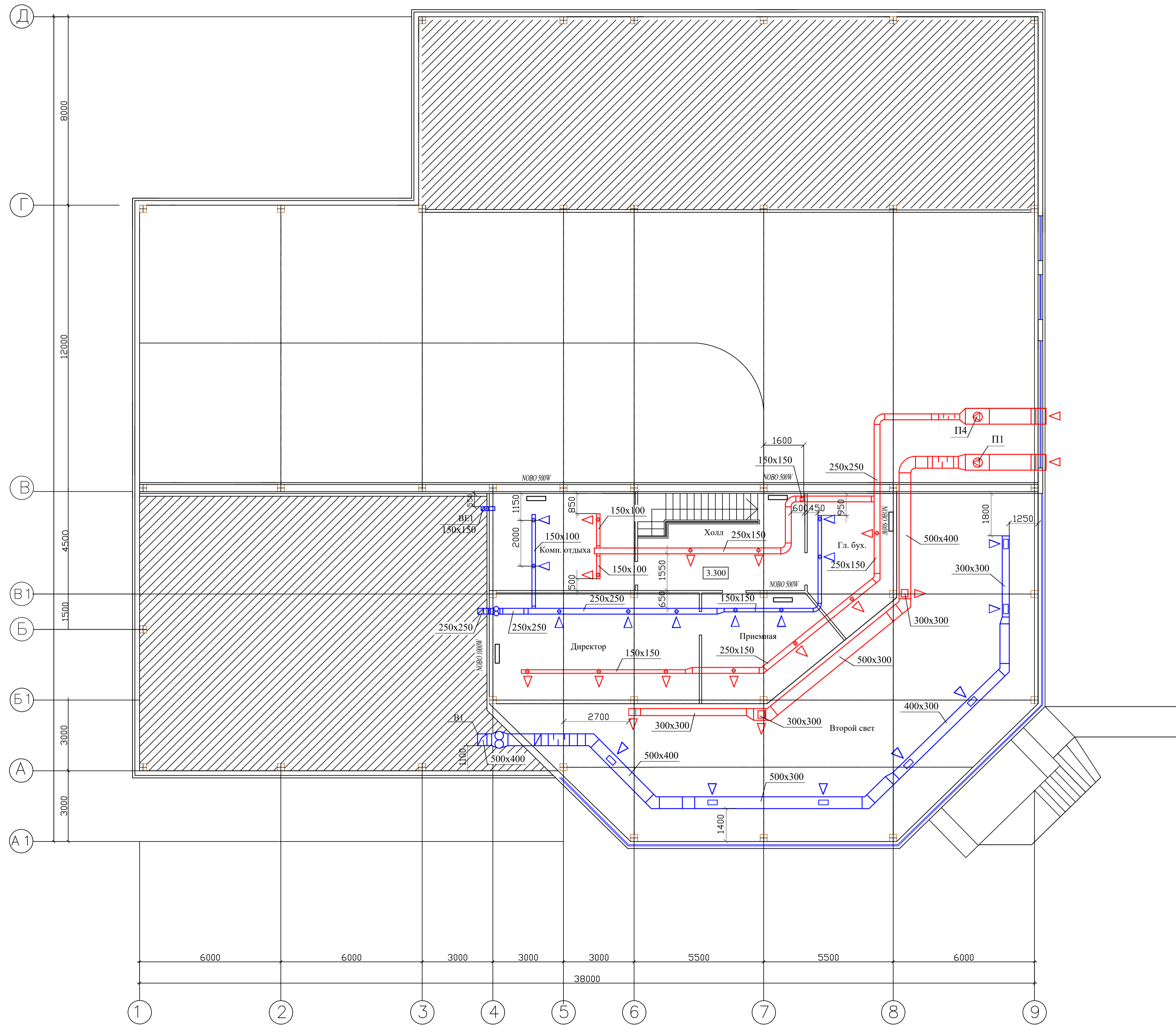
Взам. инв. №

Подпись и дата

И.контр. Зав.каф.



# План на отм. 3.300



## Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м²
1	Кабинет директора	38,3
2	Приемная	28,85
3	Комната отдыха	27
4	Кабинет бухгалтера	20,25
5	Холл	23,95

## Спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание
1	2	3	4	5	6
		Вентиляция			
	П1	Приточная камера с автоматикой:	комп.	1	
1		Вентилятор канальный	шт	1	HRZP01-250
2		Специальный нагреватель	шт	1	
3		Испаритель	шт	1	
4		Фильтр G4	шт	1	Vortfilter
5		Клапан утепленный с эл.нагревом	шт	1	
	П4	Приточная камера с автоматикой:	комп.	1	
1		Вентилятор	шт	1	ЕНАЕ 250-2-07F
2		Специальный нагреватель	шт	1	
3		Испаритель	шт	1	
4		Фильтр G4	шт	1	Vortfilter
5		Клапан утепленный с эл.нагревом	шт	1	

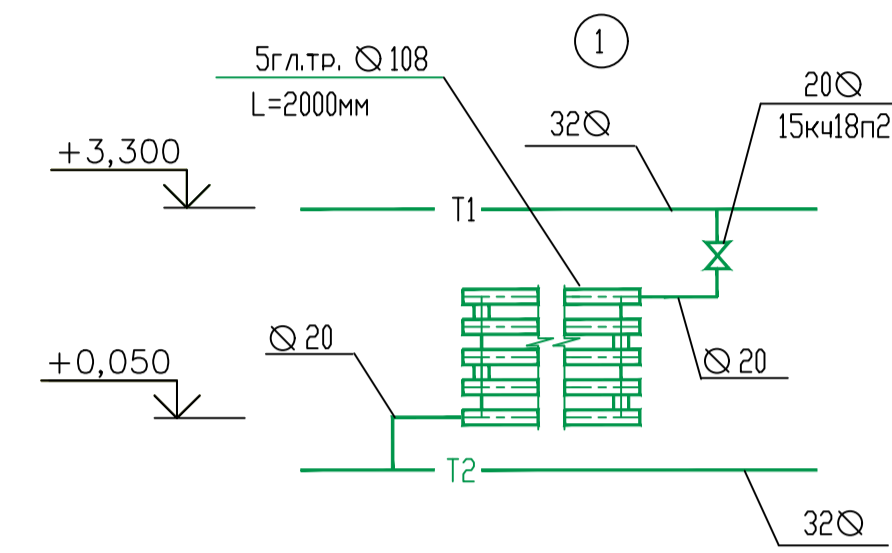
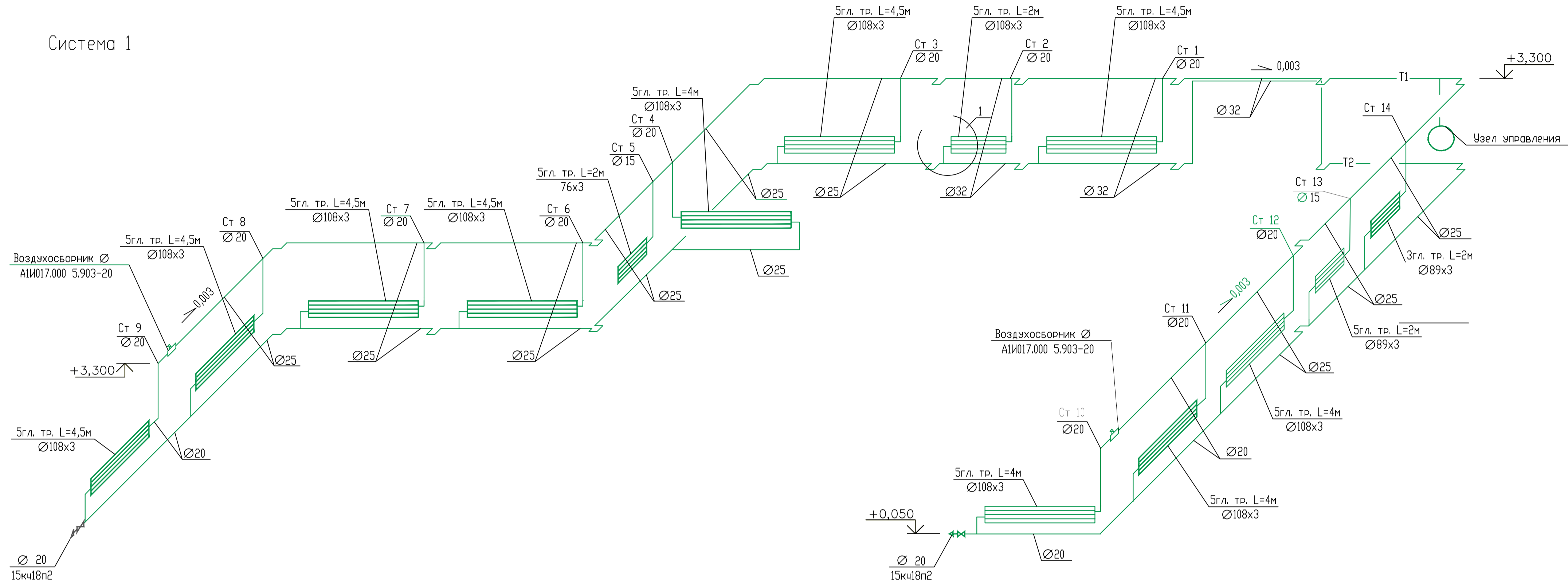
БР-08.01.03.05-2021-ОВ

Сибирский Федеральный Университет

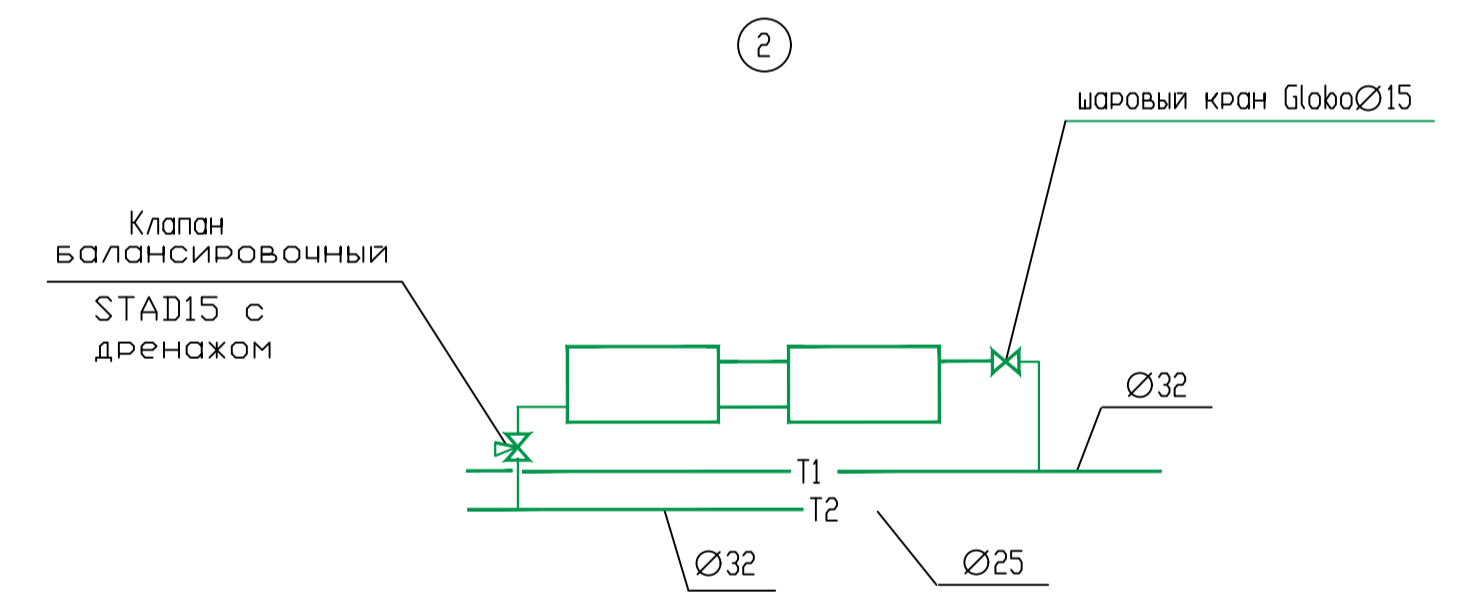
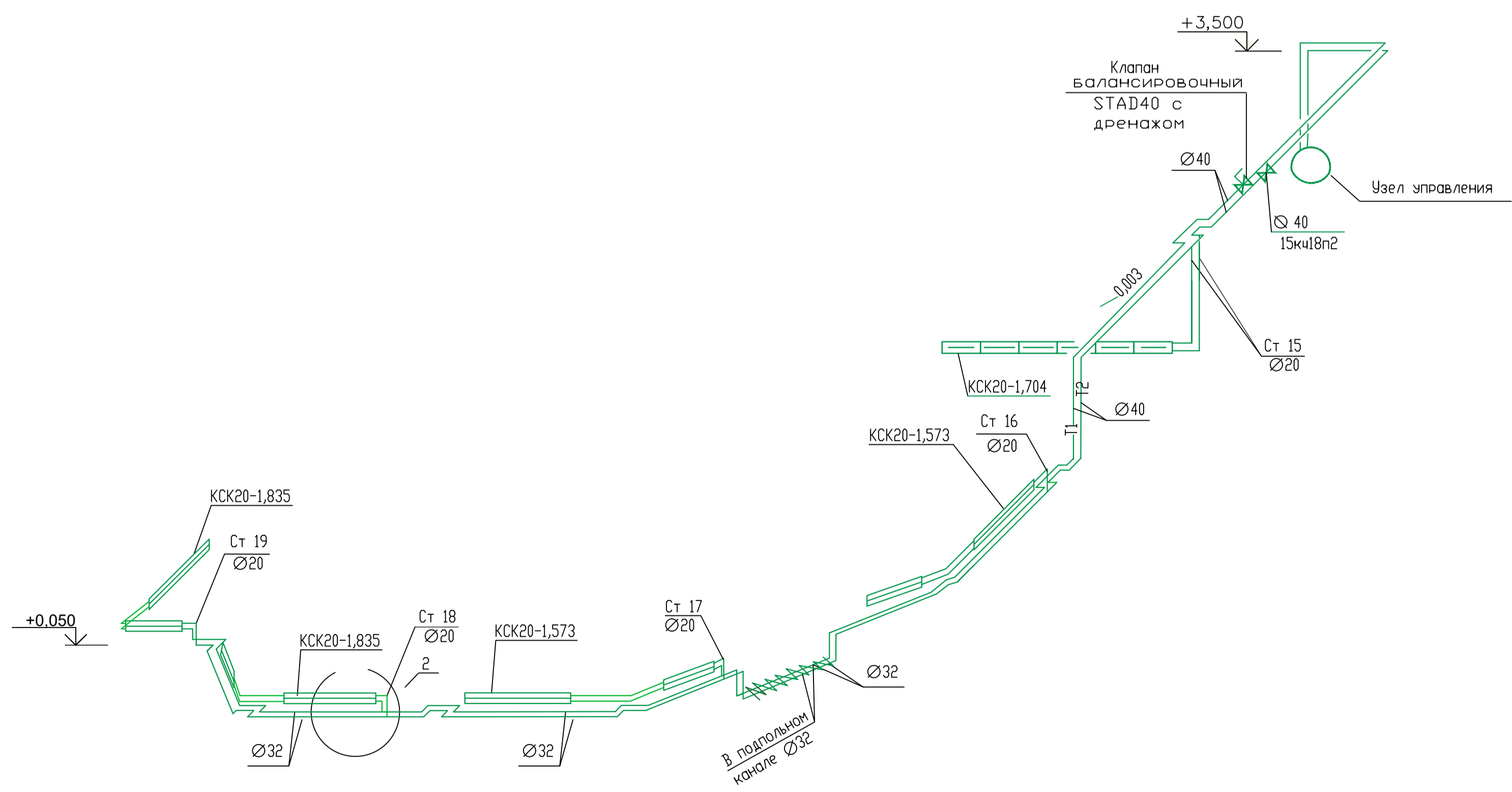
Изм.	Кол.уч.	Лист	Модок	Подпись	Дата	Стдия	Лист	Листов	
Разработал	Менстеров					Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Омск	У	4	6
Проверил	Шмидт								
Н.контр. Зав.каф.	Шмидт Меткошено					План системы вентиляции на отметке 3.300			Кафедра ИСЗиС

# Система отопления

Система 1



Система 2

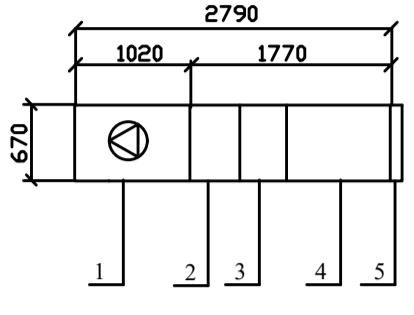
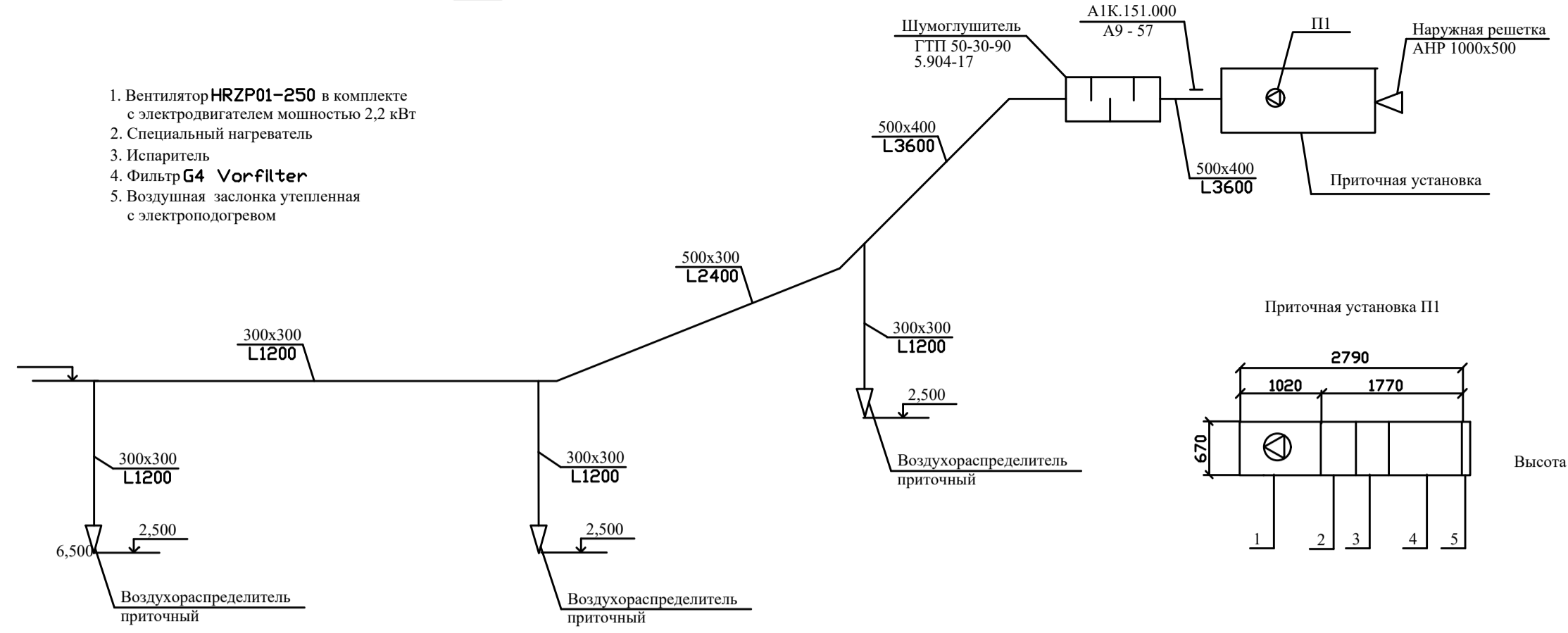


Согласовано	
Имя, № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

БР-08.01.03.05-2021-ОВ					
Сибирский Федеральный Университет					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Модок	Подпись	Дата
Разработал	Менкстеров				
Проверил	Шмидт				
Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Омск				Стадия	Лист
				У	5
Система отопления				Кафедра ИСЗиС	
Н.контр. Зав.каф.	Шмидт Метцено				

П1

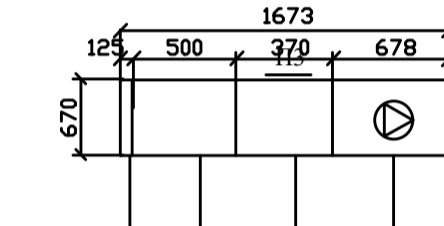
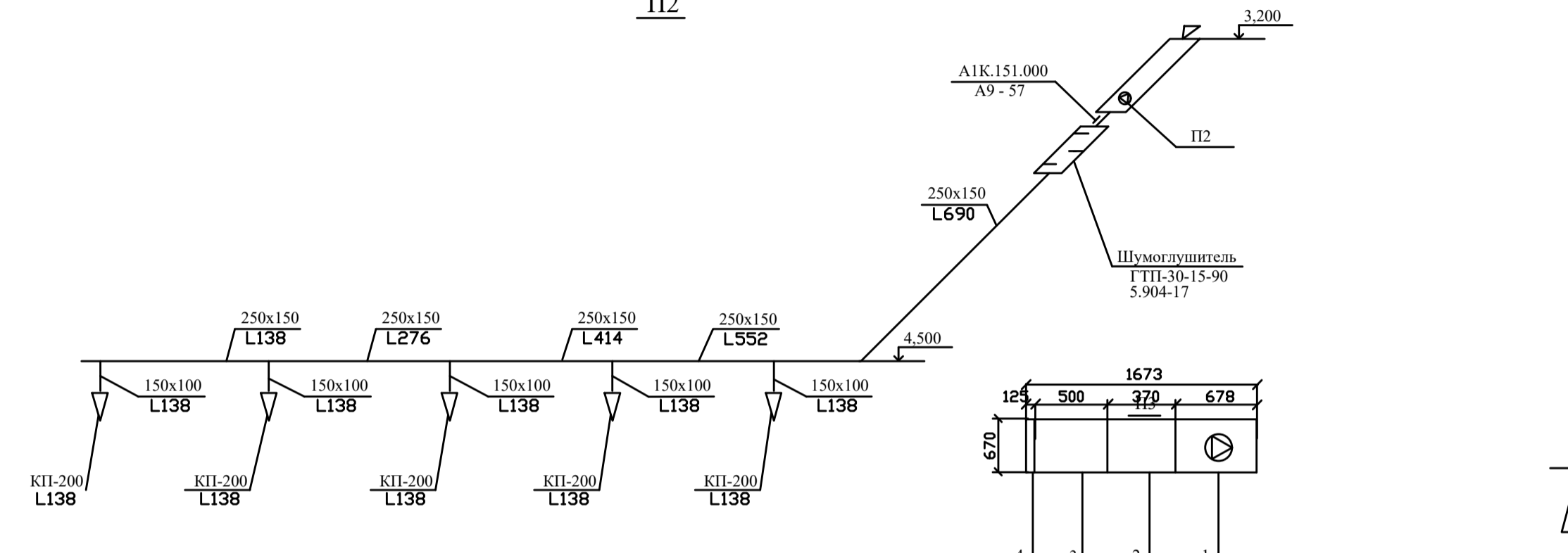
1. Вентилятор HRZP01-250 в комплекте с электродвигателем мощностью 2,2 кВт
2. Специальный нагреватель
3. Испаритель
4. Фильтр G4 Vorfilter
5. Воздушная заслонка утепленная с электроподогревом



Высота 670мм

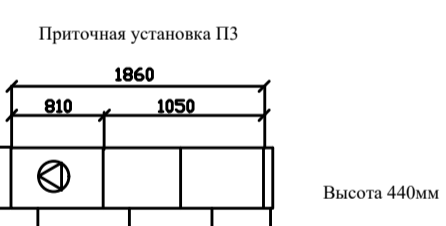
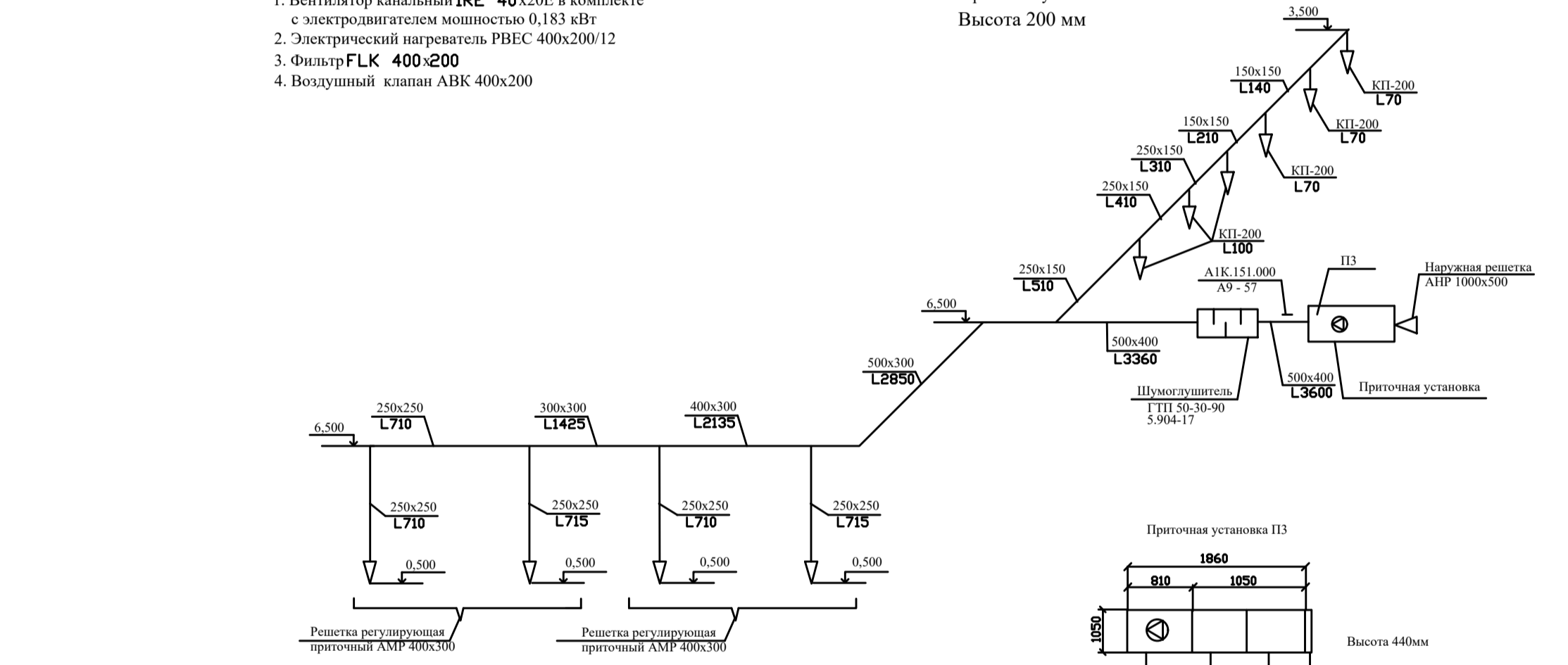
П2

1. Вентилятор канальный IRE 40x20E в комплекте с электродвигателем мощностью 0,183 кВт
2. Электрический нагреватель РВЕС 400x200/12
3. Фильтр FLK 400x200
4. Воздушный клапан АВК 400x200



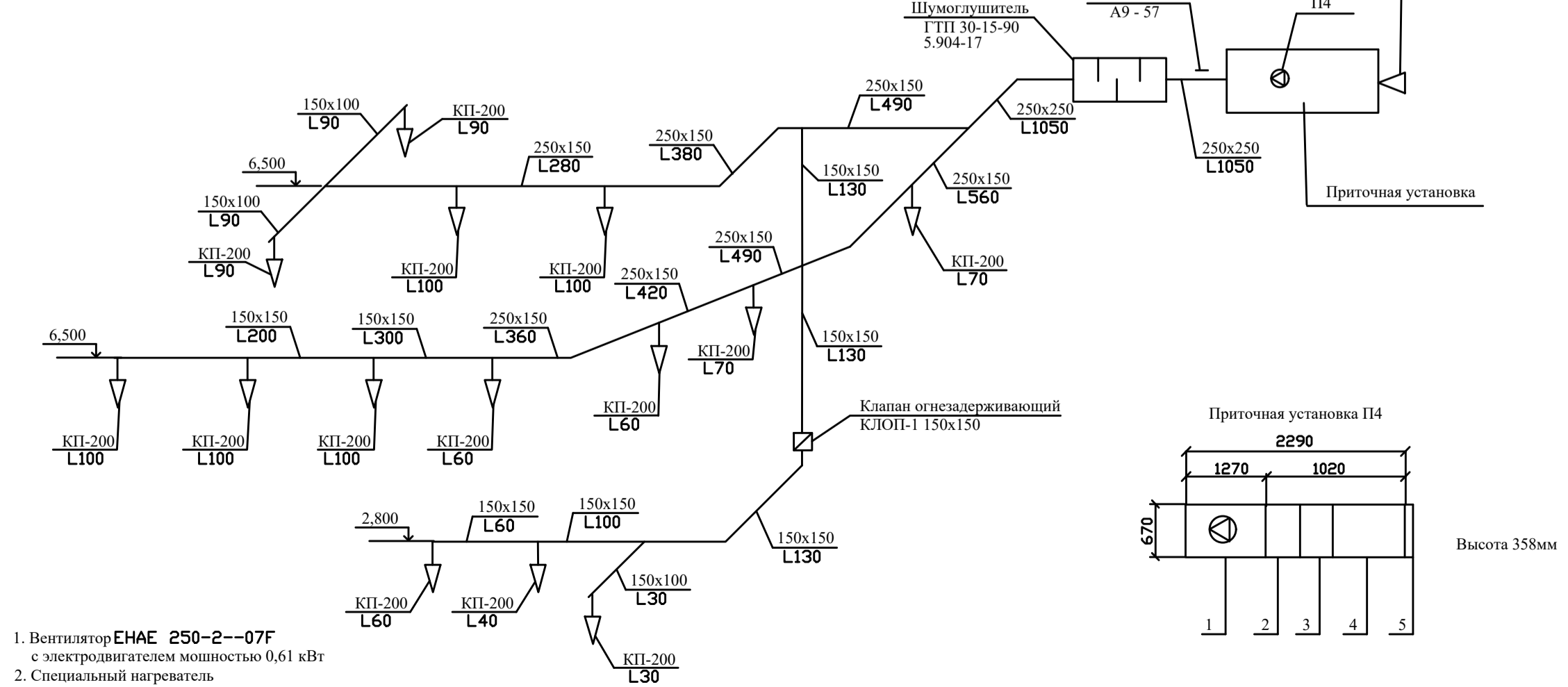
Высота 200 мм

1. Вентилятор TRZP05-201 в комплекте с электродвигателем мощностью 1,5 кВт
2. Специальный нагреватель
3. Фильтр G4 Vorfilter
4. Воздушная заслонка утепленная с электроподогревом



Высота 440мм

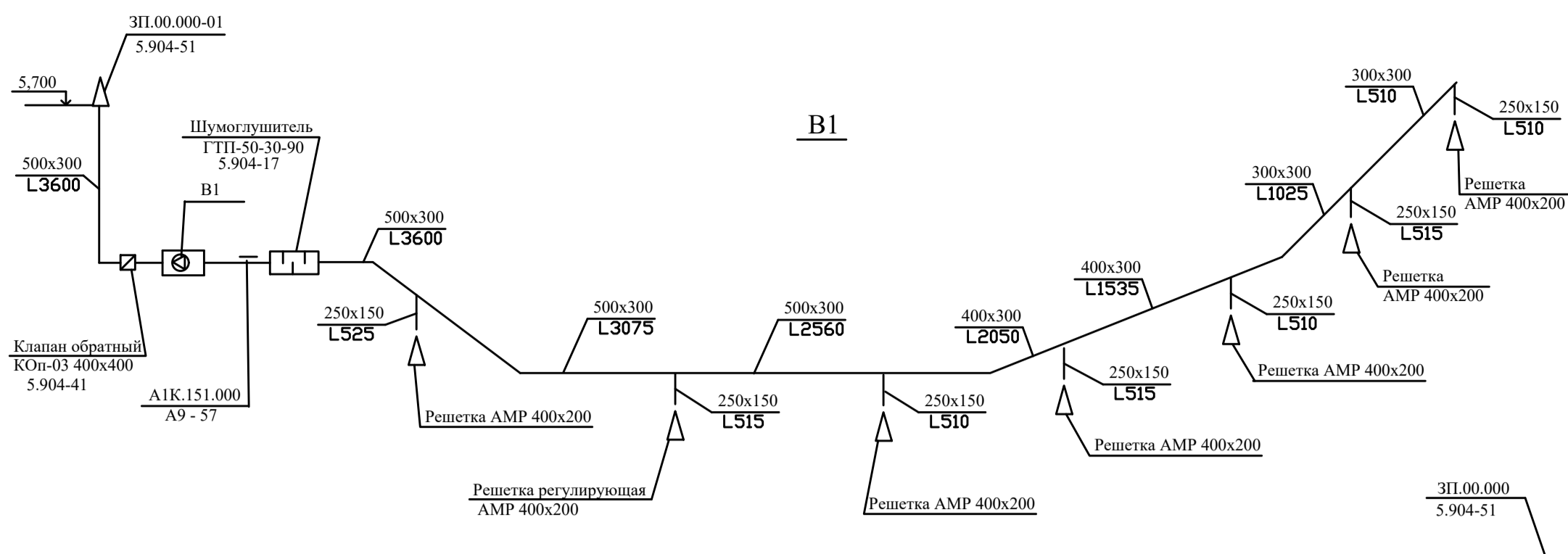
П4



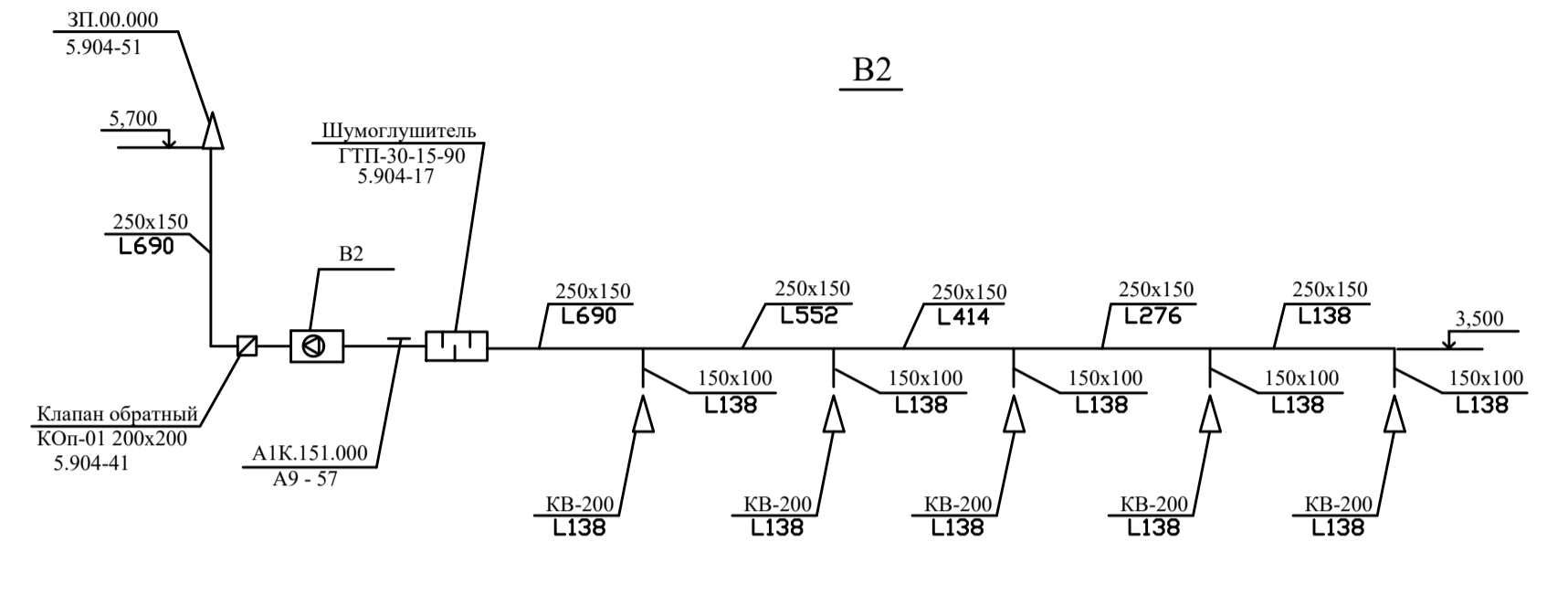
Высота 358мм

1. Вентилятор ЕНАЕ 250-2--07F с электродвигателем мощностью 0,61 кВт
2. Специальный нагреватель
3. Испаритель
4. Фильтр карманный G4
5. Воздушная заслонка утепленная с электроподогревом

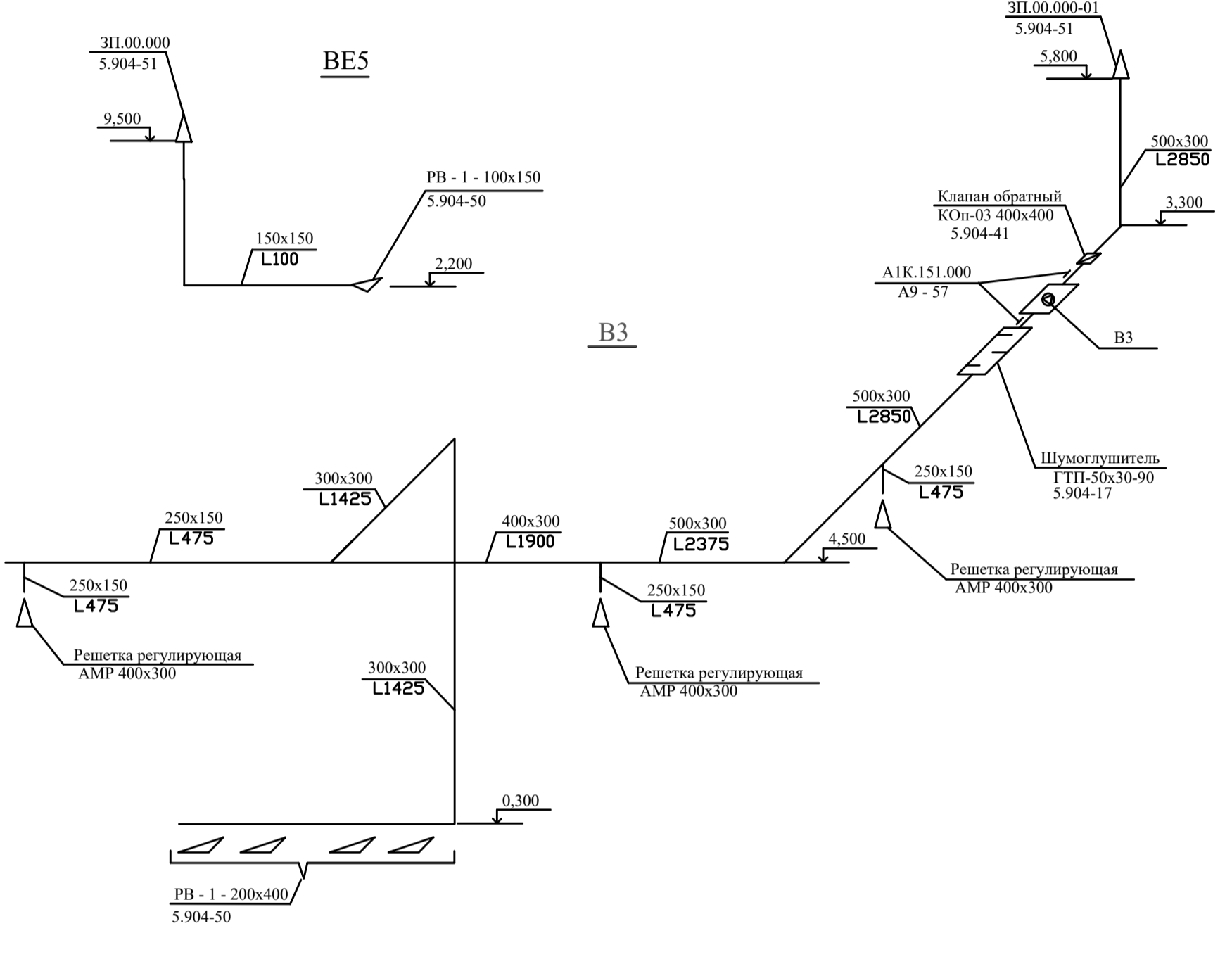
B1



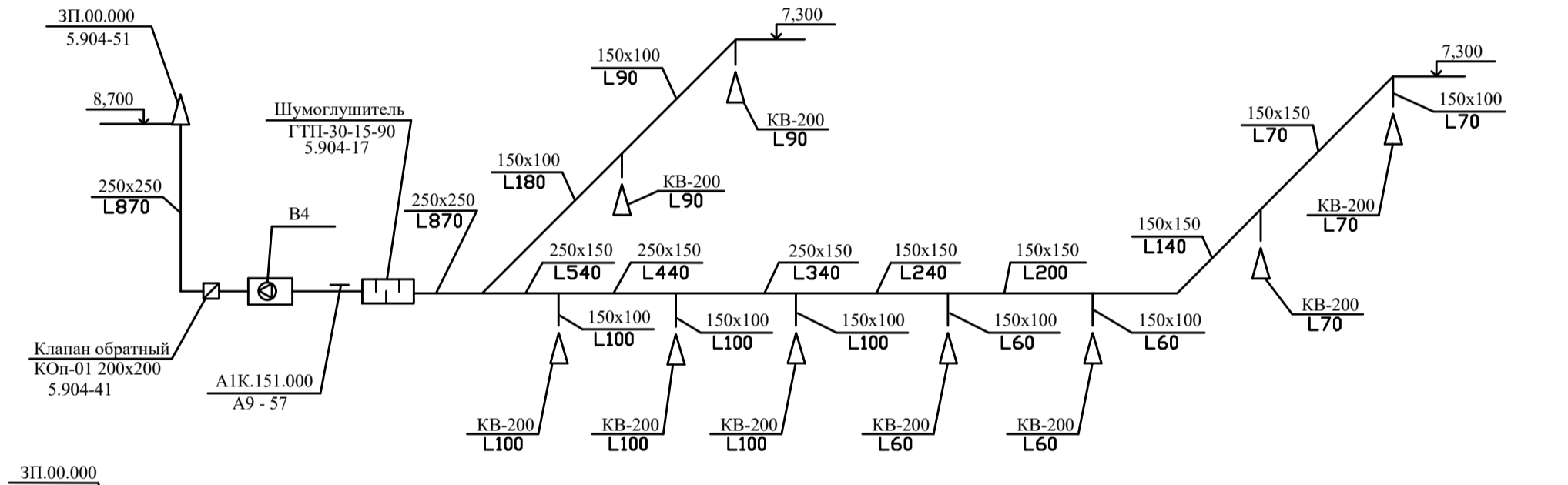
B2



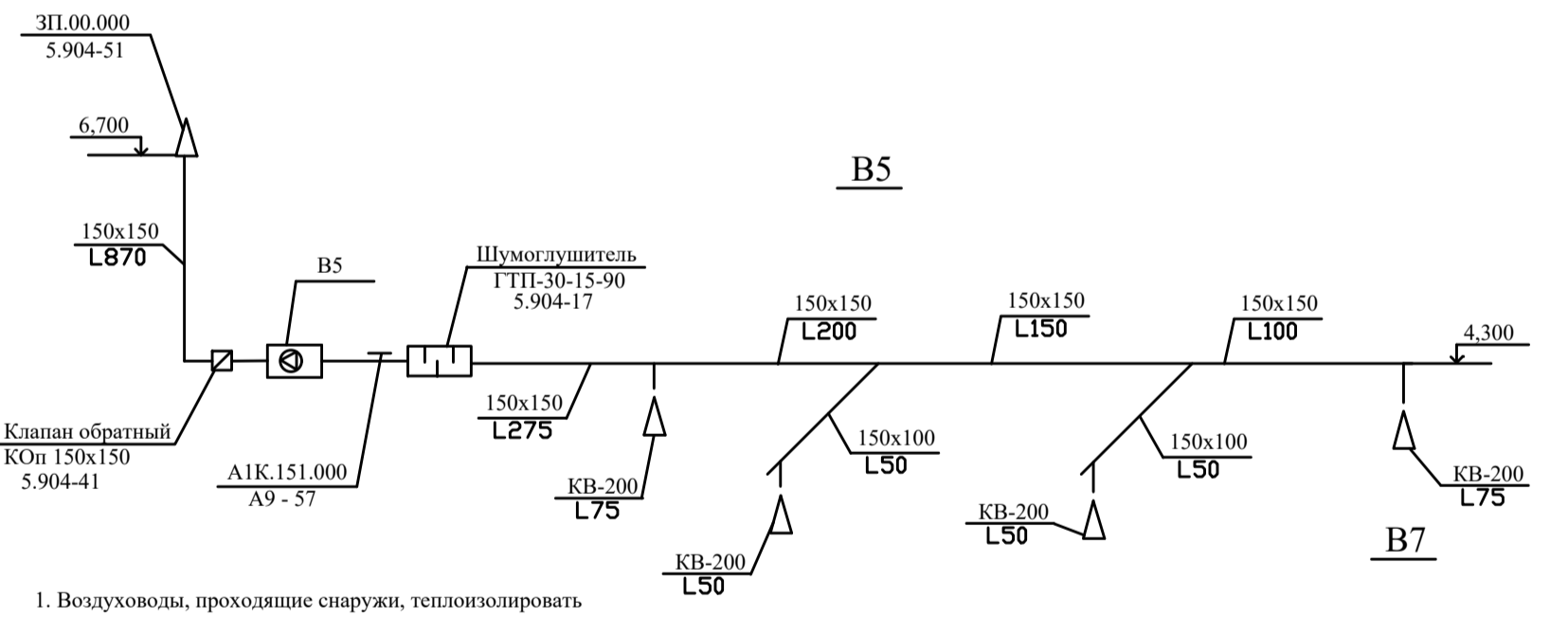
B3



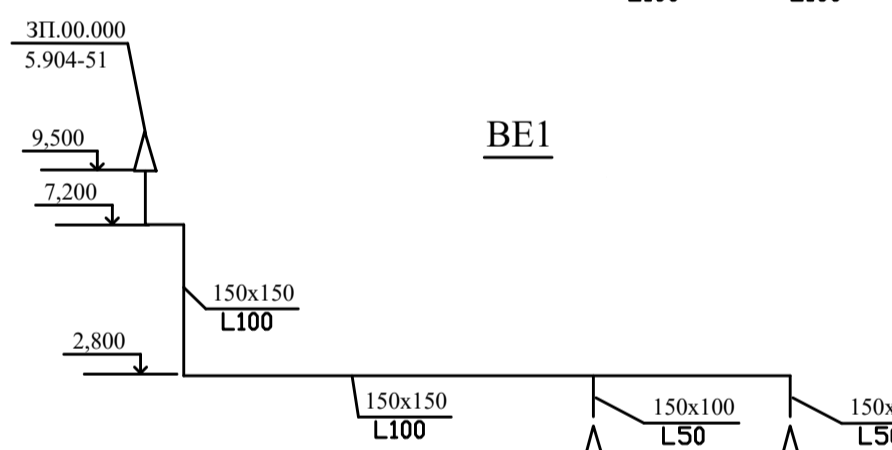
B4



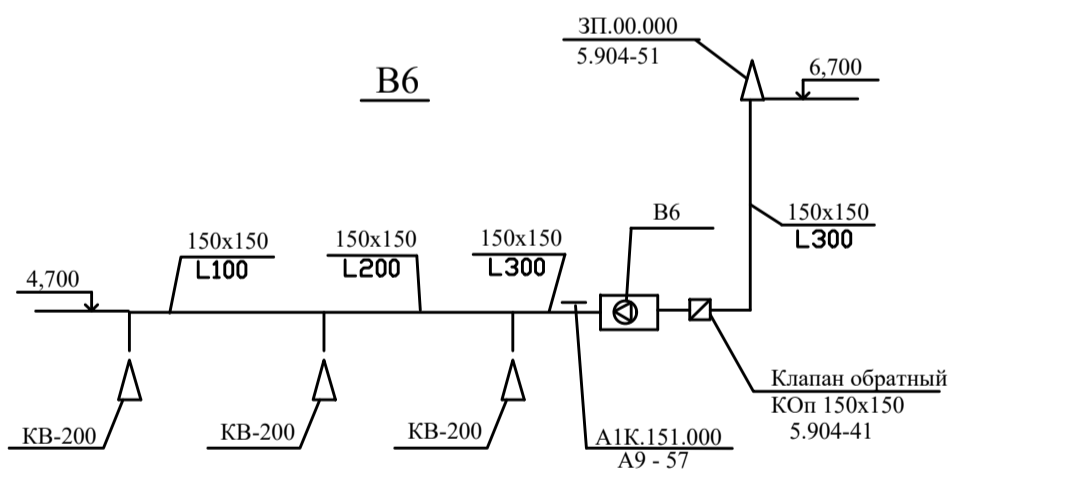
B5



BE1



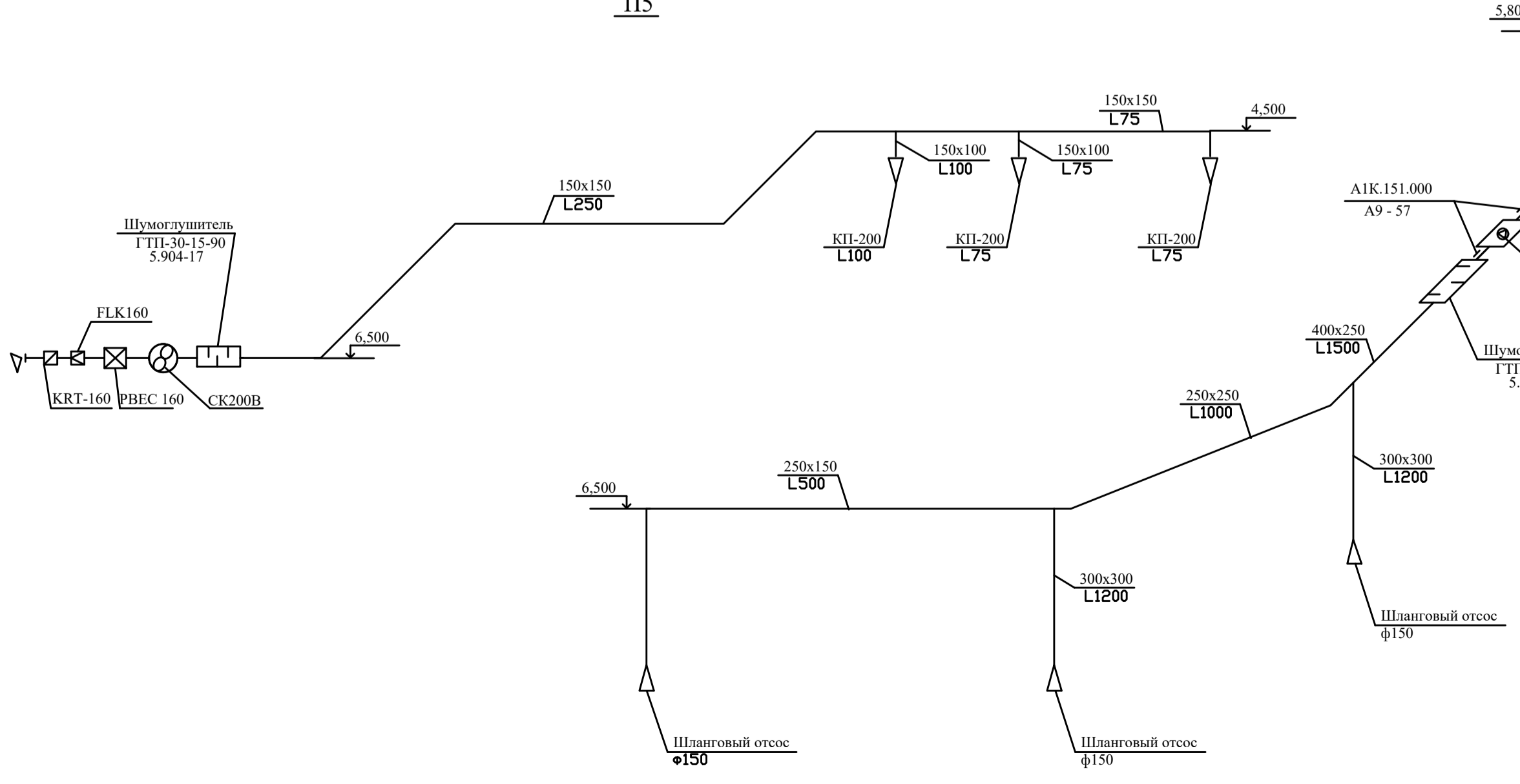
B6



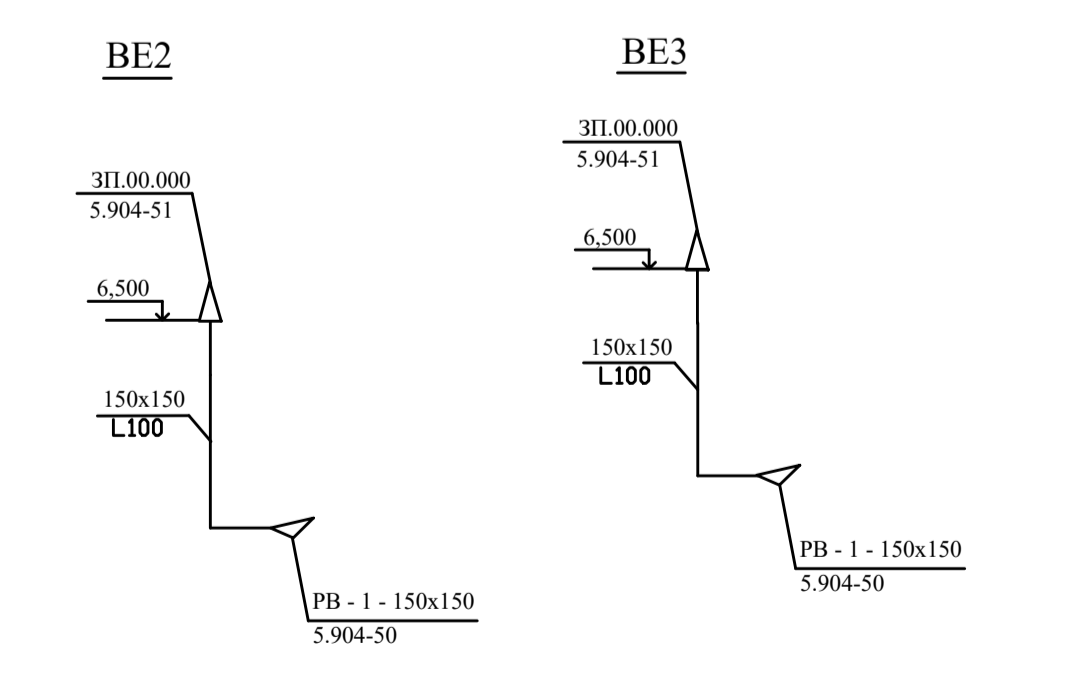
1. Воздуховоды, проходящие снаружи, теплоизолировать.

1. Воздуховоды, проходящие снаружи, теплоизолировать.
2. Воздуховоды, проходящие транзитом через помещения, покрывать огнезащитным фофатным составом.

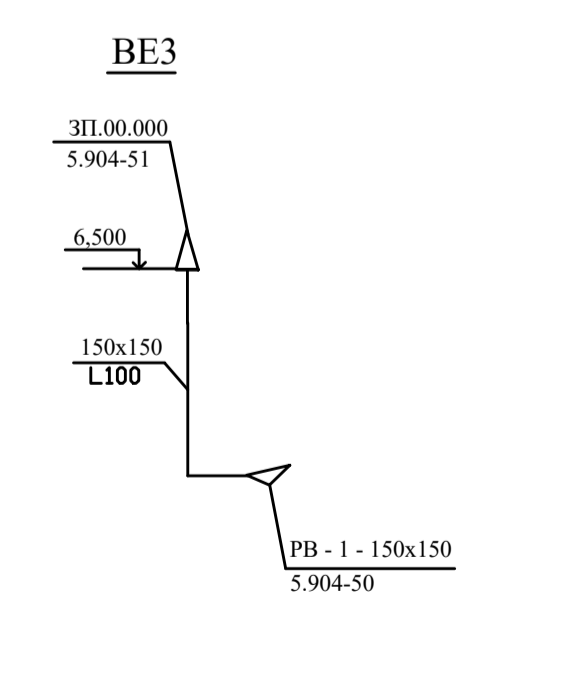
П5



BE2



BE3



					БР-08.01.03.05-2021-0В				
					Сибирский Федеральный Университет				
Изм	Коп.уч	Лист	Модок	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция автотехцентра в г. Красноярск	Студия	Лист	Листов
							У	6	6
					Схемы систем вентиляции			Кафедра ИСЗиС	
Н.контр	Шмидт								
Зав.каф.	Матюшенко								




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

Инженерно-строительный  
институт

Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
  
А.И. Матюшенко  
подпись      инициалы, фамилия  
« 24 »      06 2021г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»  
08.03.01.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Отопление и вентиляция автотехцентра в г.Омск  
тема

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, к.т.н  
должность, ученая степень

В.К. Шмидт  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

П.Е. Менстеров  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

В.К. Шмидт  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021