

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

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
                   А.И. Матюшенко  
подпись            инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 – «Строительство»  
код – наименование направления

«Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск»  
тема

Руководитель	<u>                  </u> подпись, дата	доцент, к.т.н должность, ученая степень	<u>В.И. Панфилов</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u>                  </u> подпись, дата		<u>А.С. Михайлова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер		<u>                  </u> подпись, дата	<u>В.И. Панфилов</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные для проектирования .....	5
1.1 Расчетные параметры наружного воздуха .....	5
1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	6
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	7
3. Расчет теплопотерь .....	10
3.1 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции .....	10
3.2 Теплопотери на нагревание инфильтрационного воздуха .....	19
3.3 Суммарные расчетные теплопотери .....	21
4 Система отопления.....	22
4.1 Выбор системы отопления.....	22
4.2 Тепловой расчет отопительных приборов .....	23
4.3 Гидравлический расчет .....	29
5 Вентиляция .....	34
5.1 Определение воздухообмена по нормируемой кратности .....	35
5.2 Составление воздушного баланса .....	37
5.3 Подбор воздухораспределителей .....	41
5.4 Параметры воздуха в вентиляционном процессе .....	41
5.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем .....	42
5.6 Расчет и подбор оборудования приточной и вытяжной вентиляции.....	63
6 Теплоснабжение калорифера.....	63
7 Противопожарная безопасность.....	66
8 Кондиционирование .....	66
8.1 Определение количества вредностей.....	66
8.1.1 Теплопоступления от источников искусственного освещения .....	66
8.1.2 Теплопоступления от солнечной радиации через заполнение световых проемов .....	67
8.1.3 Теплопоступления от людей.....	67
8.1.4 Теплопоступления от компьютеров.....	68
8.1.5 Теплопоступления от приточного вентиляционного воздуха в теплый период.....	69
8.2 Сводная таблица вредных выделений в помещениях и подбор оборудования .....	69
9 ТВИС. Разработка технологической карты на монтаж алюминиевых радиаторов .....	70
9.1 Общие сведения .....	70
9.2 Организация и технология выполнения работ.....	70
9.2.1 Подготовительные работы.....	70
9.2.2 Состав звена рабочих по установке отопительного прибора .....	71

9.3 Указания по монтажу алюминиевых секционных радиаторов «FONDITAL» и основные требования к их эксплуатации .....	71
9.4 Схема операционного контроля качества монтажа отопительных приборов .....	74
9.5 Требования к качеству работ .....	74
9.6 Материально-технические ресурсы .....	75
9.7 Правила техники безопасности .....	75
Заключение .....	76
Список использованных источников .....	77
Приложение А. Тепловая завеса .....	79
Приложение Б. Терморегулирующий клапан .....	80
Приложение В. Балансировочный клапан.....	82
Приложение Г. Подбор воздухораспределителя в программе «Арктос».....	85
Приложение Д. Подбор воздухораспределителя в программе «Арктос».....	88
Приложение Е. Подбор оборудования по программе WinClim II .....	91
Приложение Ж. Сплит-система.....	95

## **ВВЕДЕНИЕ**

Системы отопления и вентиляции относятся к инженерным системам зданий, предназначенные для поддержания благоприятного климата в помещениях. Поэтому, поставленные задачи при проектировании систем в данном объекте строительства требуют особого внимания для принятия верных решений.

Основной задачей отопительно-вентиляционных систем является поддержания в помещениях допустимых температур, влажности и других параметров воздушной среды с целью обеспечения комфортного самочувствия и высокого уровня трудоспособности у человека. Успешное решение санитарно-технических задач может быть достигнуто за счет эффективной работы проектируемых систем. Эффективность систем ОВ, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно проведенных расчетов, но и от их качественного монтажа, наладки и эксплуатации.

Также, при проектировании инженерных систем необходимо уделять особые требования по разработке обеспечения эвакуации людей из здания, в случаи возникновения аварийных ситуаций, которые должны предусматриваться в соответствующих разделах проектной документации. В целях обеспечения пожарной безопасности предусмотрено отключение приточной и вытяжной вентиляции по сигналу пожарной сигнализации.

## 1 Исходные данные для проектирования

Район строительства – г.Красноярск.

Фасад ориентирован на З.

Назначение объекта – административное здание.

Этажность – 2 этажа.

Географическая широта: 56° с.ш.

Продолжительность отопительного периода  $z_{от.пер} = 233$  дня.

Средняя температура отопительного периода  $t_{от.пер} = - 6,7$  °С.

Основные характеристики наружного ограждения:

Наружная стена – кирпич глиняный обыкновенный на цементно-песчаном растворе, утеплитель и штукатурка облицовочная.

Остекление – двухкамерные стеклопакеты в отдельных переплетах.

Перекрытие – ж/б монолитная плита с утеплителем.

Объем здания 7128м<sup>3</sup>, его высота 9 м, ширина и длина в плане по крайним осям 24,2 м и 41,6 м.

Источник тепла: ТЭЦ.

Теплоноситель в системе отопления: вода.

Параметры теплоносителя:  $T_1/T_2 = 150/70$  °С.

### 1.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции принимаем по [1], для теплого и холодного периодов согласно [2] выбираем:

Параметр А – для систем вентиляции в теплый период года.

Параметр Б – для систем отопления, вентиляции в холодный период года.

В переходный период года температура наружного воздуха следует принимать: 10 °С, удельную энтальпию 26,5 кДж/кг.

Расчетные параметры наружного воздуха сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Параметр А			Параметр Б		
	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Удельная энтальпия, $J, \text{кДж/кг}$	Скорость ветра, $V, \text{м/с}$	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Удельная энтальпия, $J, \text{кДж/кг}$	Скорость ветра, $V, \text{м/с}$
Теплый	23	48,5	1	27	59,5	1
Холодный	-20	-18,9	4,3	-37	-37	4,3

## 1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха согласно [2] принимаем по [3] и для общественных зданий принимаем по [4], в зависимости от категории помещения.

Расчетные параметры внутреннего воздуха предоставлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Период года	Наименование помещения	Категория помещения по ГОСТ	t, °С	Ф, %	v, м/с
Холодный и переходный	Тамбур	6	16	НН	НН
	Коридор	6	18	НН	НН
	Пост охраны	2	20	60	0,3
	Касса	3а	20	60	0,3
	Кабинет	2	20	60	0,3
	Отдел кадров	2	20	60	0,3
	Санузел	6	18	НН	0,2
	Лестница	-	16	-	0,3
	Столовая	3а	18	60	0,3
	Холл	3а	20	60	0,3
	Строительный отдел	2	18	60	0,3
	Приемная	3а	20	60	0,3
	Помещение директора	2	20	60	0,3
	Кабинет финансистов	2	20	60	0,3
	Кабинет экономистов	2	20	60	0,3
	Кабинет директора	2	20	60	0,3
	Кадровый отдел	2	20	60	0,3
Конференц-зал	3а	20	60	0,3	
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	-	18-28	65	0,25

\*НН – не нормируется.

## 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь нормативные требования тепловой защиты [5] сопротивления теплопередаче  $R_o$ , поэтому наш расчет будет вестись в соответствии с СП 50.13330.2012.

В здании конструкции стен, потолков и полов приняты по архитектурно-строительным чертежам.

Величина  $R_o$  определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$  и является основной целью теплотехнического расчета.

Зона влажности для данного района строительства по приложению В [5] – сухая.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства устанавливаем по таблице 2 [5] – А, основываясь на них, ниже можем определить расчетные коэффициенты теплопроводности строительных материалов.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o$  следует принимать не менее требуемых значений,  $R_o^{TP}$ , определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережения.

В таблице 3 приведены характеристики ограждающих конструкций.

Теплопроводность материал ограждений берем согласно [5] приложение Т.

Таблица 3 – Характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждения	Материал ограждения	Толщина слоя, м	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
Наружная стена	1. Кирпич глиняный обыкновенный на цементно-песчаном растворе	0,51	0,7
	2. Утеплитель Rockwool Фасад Баттс	-	0,04
	3. Штукатурка облицовочная	0,03	0,7
Перекрытие	1. Монолитная ж/б плита	0,22	1,92
	2. Утеплитель Rockwool Руф Баттс	-	0,04
Покрытие (пол)	1. Керамическая плита	0,02	1,05
	2. Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,02	0,76
	3. Монолитная ж/б плита	0,22	1,92
	4. Утеплитель Rockwool Флор Баттс	-	0,039

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год определяются по формуле

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом}}) \cdot z_{\text{ом}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ом}}$ ,  $z_{\text{ом}}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по [1] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С.

$t_{\text{в}}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С.

$$ГСОП = (20 - (-6,7)) \cdot 233 = 6222 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}.$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{огр}}^{\text{мп}}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт ограждающей конструкций наружной, определяются по формуле

$$R_{\text{огр}}^{\text{мп}} = a \cdot ГСОП + b, \quad (2)$$

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых принимаются по данным таблицы 3 [5].

$$R_{\text{ст}}^{\text{мп}} = 0,0003 \cdot 6222 + 1,2 = 3,07 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

$$R_{\text{нт}}^{\text{мп}} = 0,00035 \cdot 6222 + 1,3 = 3,48 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

$$R_{\text{нл}}^{\text{мп}} = 0,00035 \cdot 6222 + 1,3 = 3,48 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

$$R_{\text{о}}^{\text{мп}} = 0,00005 \cdot 6222 + 0,2 = 0,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}.$$

Толщина искомого слоя определяется по формуле

$$\delta_2 = \left( R_{\text{о}}^{\text{тр}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right) \cdot \lambda_2, \quad (3)$$

где  $\delta_1$ ,  $\delta_3$  – толщины слоев, м;

$\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  – коэффициенты теплопроводности материалов слоев, Вт/(м·°С);

$\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, принимаем по табл. 4 [5];

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, принимаем по табл. 6 [5].

$$\delta_{\text{ст}} = \left( 3,07 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,04 = 0,1 \text{ м};$$



$$\delta_{nm} = \left( 3,48 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,04 = 0,13 \text{ м};$$

$$\delta_{nl} = \left( 3,48 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,039 = 0,13 \text{ м}.$$

Фактическое сопротивление теплопередачи ограждения определяется по формуле

$$R_{огр}^{\phi} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (4)$$

$$R_{см}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{1}{23} = 3,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{nm}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,13}{0,04} + \frac{1}{12} = 3,56 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{nl}^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{1,05} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,13}{0,039} + \frac{1}{12} = 3,69 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Условие  $R_{огр}^{\phi} \geq R_{огр}^{mp}$  выполняется.

Сопротивления теплопередачи для двери  $R_{д}^{\phi}$  определяется как  $0,6 \cdot R_{ст}^{\phi}$ :

$$R_{д}^{\phi} = 0,6 * 3,43 = 2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи определяется по формуле

$$K = \frac{1}{R_{огр}^{\phi}}, \quad (5)$$

$$K_{см} = \frac{1}{3,43} = 0,29 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$K_{nm} = \frac{1}{3,56} = 0,28 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$K_{nl} = \frac{1}{3,69} = 0,27 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

$$K_o = \frac{1}{0,51} = 1,96 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С};$$

$$K_d = \frac{1}{2,1} = 0,49 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}.$$

Таблица 4 – Фактические сопротивления и коэффициенты теплопередач

Наименование	Стена	Перекрытие	Окно	Дверь	Пол
$R, (\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$	3,43	3,56	0,51	2,1	3,69
$K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$	0,29	0,28	1,96	0,49	0,27

### 3 Расчет теплотерь

Основное назначение системы отопления – компенсация теплотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температуры.

$$Q_n = Q_{om}, \quad (6)$$

где  $Q_n$  – теплотери в помещениях, Вт;

$Q_{om}$  – тепловая нагрузка отопительной системы, Вт.

#### 3.1 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции

Теплотери через наружные ограждения здания  $Q_{общ}$ , Вт, определяются по формуле

$$Q_{общ} = K \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot n \cdot \left(1 + \sum \beta\right), \quad (7)$$

где  $F$  – расчетная площадь ограждений,  $\text{м}^2$ ;

$t_e, t_n$  – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха,  $^{\circ}\text{С}$ ;

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, наружная стена, окно, двери, пол  $n = 1$ , чердачное перекрытие  $n = 0,9$ , над неотапливаемым подвалом  $n = 0,6$ .

$\beta$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери через ограждения, в которые входят добавочные теплотери на ориентацию и добавка в угловых помещениях [9, 14].

Расчет теплотерь через ограждающие конструкции сводим в таблицу 5 для первого этажа, в таблицу 6 для второго этажа.

Таблица 5 – Расчет теплотерь через ограждающие конструкции первого этажа

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждения					$(t_e - t_n) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обш}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
102 Коридор	18	ПЛ	-	2,1	3,1	6,5	55	0,27	100	0	0	1	100
								∑ :	100			∑ :	100
103 Пост охраны	20	НС	3	3,8	3	8,2	57	0,29	140	5	0	1,05	140
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		О	3	1	1	1,0	57	1,96	110	5	0	1,05	120
		ПЛ	-	3,8	6,1	23,2	57	0,27	360	0	0	1	360
								∑ :	860			∑ :	880
104 Касса	20	НС	3	2,7	3	5,9	57	0,29	100	5	0	1,05	100
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПЛ	-	2,7	6,1	16,5	57	0,27	250	0	0	1	250
								∑ :	600			∑ :	610
105 Кабинет	20	НС	3	2,7	3	5,9	57	0,29	100	5	0	1,05	100
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПЛ	-	2,7	6,1	16,5	57	0,27	250	0	0	1	250
								∑ :	600			∑ :	610
106 Кабинет	20	НС	3	3,2	3	7,4	57	0,29	120	5	0	1,05	130
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПЛ	-	3,2	6,1	19,5	57	0,27	300	0	0	1	300
								∑ :	670			∑ :	690
107 Кабинет	20	НС	3	3,7	3	11,1	57	0,29	180	5	9	1,14	210
		НС	С	6,1	3	14,6	57	0,29	240	10	12	1,22	300
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	21	1,31	550
		ПЛ	-	3,7	6,1	22,6	57	0,27	350	0	0	1	350
								∑ :	1190				1410
108 Кабинет	20	НС	В	3,8	3	11,4	57	0,29	190	10	9,5	1,195	230
		НС	С	5,8	3	13,7	57	0,29	230	10	11,5	1,215	280
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	21	1,31	550
		ПЛ	-	3,8	5,8	22,0	57	0,27	340	0	0	1	340
								∑ :	1180			∑ :	1400
109 Кабинет	20	НС	В	3	3	6,8	57	0,29	110	10	0	1,1	120
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	3	5,8	17,4	57	0,27	270	0	0	1	270
								∑ :	630			∑ :	670

Продолжение таблицы 5

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обц}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
111 Отдел кадров	20	НС	В	2,6	3	4,7	57	0,29	80	10	0	1,1	90
		О	В	2,1	1,5	3,2	57	1,96	350	10	0	1,1	390
		ПЛ	-	2,6	5,8	15,1	57	0,27	230	0	0	1	230
								∑ :	660			∑ :	710
112 Санузел	18	НС	В	2,6	3	5,6	55	0,29	90	10	0	1,1	100
		О	В	1,5	1,5	2,3	55	1,96	240	10	0	1,1	270
		ПЛ	-	2,6	5,8	15,1	55	0,27	220	0	0	1	220
								∑ :	550			∑ :	590
113 Санузел	18	ПЛ	-	3,8	2,3	8,7	55	0,27	130	0	0	1	130
								∑ :	130			∑ :	130
114 Санузел	18	ПЛ	-	3,8	2,3	8,7	55	0,27	130	0	0	1	130
								∑ :	130			∑ :	130
115 Санузел	18	НС	В	3,8	3	9,2	55	0,29	150	10	0	1,1	160
		О	В	1,5	1,5	2,3	55	1,96	240	10	0	1,1	270
		ПЛ	-	3,8	1,5	5,7	55	0,27	80	0	0	1	80
								∑ :	470			∑ :	510
119 Буфет	18	НС	С	6	3	13,5	57	0,29	220	10	0	1,1	250
		О	С	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		О	С	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	6	17,7	106,2	55	0,27	1580	0	0	1	1580
								∑ :	2300			∑ :	2390
123 Санузел	18	НС	3	3,8	3	9,2	55	0,29	150	5	0	1,05	150
		О	3	1,5	1,5	2,3	55	1,96	240	5	0	1,05	250
		ПЛ	-	3,8	1,5	5,7	55	0,27	80	0	0	1	80
								∑ :	470			∑ :	480
124 Санузел	18	ПЛ	-	3,8	2,3	8,7	55	0,27	130	0	0	1	130
								∑ :	130			∑ :	130
125 Санузел	18	ПЛ	-	3,8	2,3	8,7	55	0,27	130	0	0	1	130
								∑ :	130			∑ :	130

Продолжение таблицы 5

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обц}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
126 Санузел	18	НС	3	2,6	3	5,6	55	0,29	90	5	0	1,05	90
		О	3	1,5	1,5	2,3	55	1,96	240	5	0	1,05	250
		ПЛ	-	2,6	5,8	15,1	55	0,27	220	0	0	1	220
								∑ :	550			∑ :	560
127 Кабинет	20	НС	3	2,6	3	4,7	57	0,29	80	5	0	1,05	80
		О	3	2,1	1,5	3,2	57	1,96	350	5	0	1,05	370
		ПЛ	-	2,6	5,8	15,1	57	0,27	230	0	0	1	230
								∑ :	660			∑ :	680
128 Кабинет	20	НС	3	3	3	6,8	57	0,29	110	5	0	1,05	120
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПЛ	-	3	5,8	17,4	57	0,27	270	0	0	1	270
								∑ :	630			∑ :	650
130 Кабинет	20	НС	3	3,8	3	11,4	57	0,29	190	5	9,5	1,14	220
		НС	С	5,8	3	13,7	57	0,29	230	10	11,5	1,21	280
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	21	1,31	550
		ПЛ	-	3,8	5,8	22,0	57	0,27	340	0	0	1	340
								∑ :	1180			∑ :	1390
131 Кабинет	20	НС	В	3,7	3	11,1	57	0,29	180	10	9	1,19	220
		НС	С	6,1	3	14,6	57	0,29	240	10	12	1,22	300
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	21	1,31	550
		ПЛ	-	3,7	6,1	22,6	57	0,27	350	0	0	1	350
								∑ :	1190			∑ :	1420
132 Кабинет	20	НС	В	3,2	3	7,4	57	0,29	120	10	0	1,1	130
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	3,2	6,1	19,5	57	0,27	300	0	0	1	300
								∑ :	670			∑ :	710
133 Кабинет	20	НС	В	2,7	3	5,9	57	0,29	100	10	0	1,1	110
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	2,7	6,1	16,5	57	0,27	250	0	0	1	250
								∑ :	600			∑ :	640

Продолжение таблицы 5

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обц}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
134 Кабинет	20	НС	В	2,7	3	5,9	57	0,29	100	10	0	1,1	110
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	2,7	6,1	16,5	57	0,27	250	0	0	1	250
								∑ :	600			∑ :	640
135 Пост охраны	20	НС	В	3,8	3	8,2	57	0,29	140	10	0	1,1	150
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		О	В	1	1	1,0	57	1,96	110	10	0	1,1	120
		ПЛ	-	3,8	6,1	23,2	57	0,27	360	0	0	1	360
								∑ :	860			∑ :	910
137 Коридор	18	ПЛ	-	2,1	3,1	6,5	55	0,27	100	0	0	1	100
								∑ :	100			∑ :	100
138 Кабинет	20	НС	В	6	3	18,0	57	0,29	300	10	15	1,25	370
		НС	Ю	5	3	10,5	57	0,29	170	0	8,5	1,08	190
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,12	280
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,12	280
		ПЛ	-	6	5	30	57	0,27	460	0	0	1	460
								∑ :	1430			∑ :	1580
139 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	16,0	57	0,29	270	0	0	1	270
		Д	Ю	1	2	2,0	57	0,49	60	0	0	1	60
		ПЛ	-	6	4,2	25,2	57	0,27	390	0	0	1	390
								∑ :	720			∑ :	720
140 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	15,8	57	0,29	260	0	0	1	260
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		ПЛ	-	6	5,6	33,6	57	0,27	520	0	0	1	520
								∑ :	1030			∑ :	1030
141 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	10,4	57	0,29	170	0	0	1	170
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		О	Ю	2,1	1,5	3,2	57	1,96	350	0	0	1	350
		ПЛ	-	6	10,9	65,4	57	0,27	1010	0	0	1	1010
								∑ :	2030			∑ :	2030

Окончание таблицы 5

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осч}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обш}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
142 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	15,8	57	0,29	260	0	0	1	260
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		ПЛ	-	6	5,6	33,6	57	0,27	520	0	0	1	520
								∑ :	1030			∑ :	1030
143 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	16,0	57	0,29	270	0	0	1	270
		Д	Ю	1	2	2,0	57	0,49	60	0	0	1	60
		ПЛ	-	6	4,2	25,2	57	0,27	390	0	0	1	390
								∑ :	720			∑ :	720
144 Кабинет	20	НС	3	6	3	18,0	57	0,29	300	5	15	1,2	360
		НС	Ю	5	3	10,5	57	0,29	170	0	8,5	1,08	190
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,12	280
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,12	280
		ПЛ	-	6	5	30	57	0,27	460	0	0	1	460
								∑ :	1430			∑ :	1570

Таблица 6 – Расчет теплотерь через ограждающие конструкции второго этажа

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осч}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обш}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
202 Кабинет	20	НС	3	4,3	3	8,4	57	0,29	140	5	0	1,05	150
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	4,3	6,1	26,2	51,3	0,28	380	0	0	1	380
								∑ :	1020			∑ :	1050

Продолжение таблицы 6

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_n) \cdot n$	К, Вт/( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )	$Q_{\text{осн}}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, $\beta$		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{\text{общ}}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, $\text{м}^2$				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
203 Кабинет	20	НС	3	3,8	3	9,2	57	0,29	150	5	0	1,05	160
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	3,8	6,1	23,2	51,3	0,28	330	0	0	1	330
								$\Sigma :$	730			$\Sigma :$	750
204 Холл	20	НС	3	10,2	3	30,6	57	0,29	510	5	25,5	1,30	660
		НС	С	11,9	3	7,1	57	0,29	120	10	6	1,16	140
		НС	В	10,2	3	28,6	57	0,29	480	10	24	1,34	640
		Д	В	1	2	2,0	57	0,49	60	10	0	1,1	60
		ПТ	-	10,2	11,9	121,4	51,3	0,28	1750	0	0	1	1750
								$\Sigma :$	2920			$\Sigma$	3250
205 Кабинет	20	НС	В	4	3	9,8	57	0,29	160	10	0	1,1	180
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПТ	-	4	5,8	23,2	51,3	0,28	330	0	0	1	330
								$\Sigma :$	740			$\Sigma :$	790
207 Строи. отдел	18	НС	С	6	3	13,5	57	0,29	220	10	0	1,1	250
		О	С	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		О	С	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПЛ	-	6	17,7	106,2	55	0,27	1580	0	0	1	1580
								$\Sigma :$	2300			2300	2390
209 Приемная	20	НС	3	6,5	3	15,8	57	0,29	260	5	0	1,05	270
		О	3	1	1,5	1,5	57	1,96	170	5	0	1,05	180
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	6,5	5,8	37,7	51,3	0,28	540	0	0	1	540
								$\Sigma :$	1220			$\Sigma :$	1250
211 Помещение директора	20	НС	3	2,8	3	6,2	57	0,29	100	5	0	1,05	110
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	2,8	5,8	16,2	51,3	0,28	230	0	0	1	230
								$\Sigma :$	580			$\Sigma :$	600
212 Кабинет	20	НС	3	2,8	3	6,2	57	0,29	100	5	0	1,05	110
		О	3	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	2,8	5,8	16,2	51,3	0,28	230	0	0	1	230
								$\Sigma :$	580			$\Sigma :$	600



Продолжение таблицы 6

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, β		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обш}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, м <sup>2</sup>				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
213 Кабинет финансистов	20	НС	З	3,8	3	11,4	57	0,29	190	5	9,5	1,14	220
		НС	С	5,8	3	11,7	57	0,29	190	10	9,5	1,19	230
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	0	1,1	460
		Д	С	1	2	2,0	57	0,49	60	10	0	1,1	60
		ПТ	-	3,8	5,8	22,0	51,3	0,28	320	0	0	1	320
								∑ :	1180			∑ :	1290
214 Кабинет экономистов	20	НС	В	3,5	3	10,5	57	0,29	170	10	8,5	1,18	210
		НС	С	6	3	14,3	57	0,29	240	10	12	1,22	290
		О	С	2,5	1,5	3,8	57	1,96	420	10	21	1,31	550
		ПЛ	-	3,5	6	21,0	57	0,27	320	0	0	1	320
								∑ :	1150			∑ :	1370
215 Кабинет директора	20	НС	В	4,3	3	9,8	57	0,29	160	10	0	1,1	180
		О	В	2,1	1,5	3,2	57	1,96	350	10	0	1,1	390
		ПТ	-	4,3	6	25,8	51,3	0,28	370	0	0	1	370
								∑ :	880			∑ :	940
216 Санузел	18	ПТ	-	3,2	2,8	9	49,5	0,28	120	0	0	1	120
								∑ :	120			∑ :	120
217 Кадровый отдел	20	НС	В	3,5	3	7,4	57	0,29	120	10	0	1,1	130
		О	В	2,1	1,5	3,2	57	1,96	350	10	0	1,1	390
		ПТ	-	3,5	3,2	11,2	51,3	0,28	160	0	0	1	160
								∑ :	630			∑ :	680
218 Конференц-зал		НС	В	7,1	3	14,6	57	0,29	240	10	0	1,1	270
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		О	В	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	10	0	1,1	280
		ПТ	-	7,1	6	42,6	51,3	0,28	610	0	0	1	610
								∑ :	1600			∑ :	1720
219 Кабинет	20	НС	В	6	3	18,0	57	0,29	300	10	15	1,25	370
		НС	Ю	6,1	3	16,1	57	0,29	270	0	13,5	1,13	300
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,12	280
		ПТ	-	6	7,6	45,6	51,3	0,28	660	0	0	1	660
								∑ :	1480			∑ :	1610

Окончание таблицы 6

Помещения	$t_e, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждений					$(t_e - t_H) \cdot n$	К, Вт/( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )	$Q_{осн}, \text{Вт}$	Добавочные потери теплоты, $\beta$		$1 + \sum \beta / 100$	$Q_{обц}, \text{Вт}$
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь, $\text{м}^2$				На ориентацию	Прочие		
				L	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
220 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	11,3	57	0,29	190	0	0	1	190
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		ПТ	-	6	12,2	73,2	51,3	0,28	1050	0	0	1	1050
								$\Sigma :$	1990			$\Sigma :$	1990
221 Кабинет	20	НС	З	6	3	13,5	57	0,29	220	5	0	1,05	240
		О	З	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		О	З	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	5	0	1,05	260
		ПТ	-	6	7,8	46,8	51,3	0,28	670	0	0	1	670
								$\Sigma :$	1390			$\Sigma :$	1430
222 Кабинет	20	НС	Ю	6	3	15,8	57	0,29	260	0	0	1	260
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	0	1	250
		ПТ	-	6	6,8	40,8	51,3	0,28	590	0	0	1	590
								$\Sigma :$	1100			$\Sigma :$	1100
224 Кабинет	20	НС	З	6	3	18,0	57	0,29	300	5	15	1,2	360
		НС	Ю	7,3	3	19,7	57	0,29	330	0	16,5	1,165	380
		О	Ю	1,5	1,5	2,3	57	1,96	250	0	12,5	1,125	280
		ПТ	-	6	7,3	43,8	51,3	0,28	630	0	0	1	630
								$\Sigma :$	1510			$\Sigma :$	1650
ЛК 1 западное крыло	16	ПЛ	-	4,2	2,1	8,8	53	0,27	130	0	0	1	130
		ПТ	-	4,2	2,1	8,8	47,7	0,28	120	0	0	1	120
								$\Sigma :$	250			$\Sigma :$	250
ЛК 2 восточное крыло	16	ПЛ	-	4,2	2,1	8,8	53	0,27	130	0	0	1	130
		ПТ	-	4,2	2,1	8,8	47,7	0,28	120	0	0	1	120
								$\Sigma :$	250			$\Sigma :$	250
									Итого по зданию: 52530 Вт (без учета ЛК)				

\*ЛК – Лестничная клетка.

### 3.2 Теплотери на нагревание инфильтрационного воздуха

Из-за разности давлений внутри помещения и снаружи происходит инфильтрация воздуха. В связи с этим, возникает потребность компенсировать теплотери за счет нагрева инфильтрационного воздуха в помещении.

Инфильтрация через стены и покрытия не велика, поэтому расчет производится только через двери и окна.

Расчет ведется в следующей последовательности [16], сначала определяется разность давлений на внутренней и наружной поверхности окна или двери по формуле

$$\Delta p = 0,5 \cdot H \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g - h \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g + 0,5 \cdot \frac{\rho_n \cdot v^2}{2} \cdot K_{дин} \cdot (c_n - c_3), \quad (8)$$

где  $H$  – высота здания, м;

$h$  – расстояние от земли до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании, м;

$\rho_n$  и  $\rho_v$  – плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$v$  – максимальная из средних скоростей ветра в январе по румбам, м/с;

$K_{дин}$  – коэффициент изменения скорости ветра в различных типах местности и на разной высоте, определяется по [16, табл. 22], принимаем 0,65;

$c_n$  и  $c_3$  – аэродинамический коэффициент на наветренном и подветренном фасаде, в соответствии с [16, стр. 82], принимаем  $c_3 = 0,6$ ,  $c_n = 0,8$ .

$$\Delta p = 0,5 \cdot 9 \cdot (1,5 - 1,2) \cdot 9,8 - 1,7 \cdot (1,5 - 1,2) \cdot 9,8 + 0,5 \cdot \frac{1,5 \cdot 4,3^2}{2} \cdot 0,65 \cdot (0,8 - 0,6) = 8,9 \text{ Па.}$$

Расход инфильтрационного воздуха  $G_{о.ок}$ , кг/(м<sup>2</sup> · ч) через окна:

$$G_{о.ок} = \frac{1}{R_{инф.ок}} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (9)$$

Через двери  $G_{о.дв}$ , кг/(м<sup>2</sup> · ч):

$$G_{o.дв} = \frac{1}{R_{инф.дв}} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (10)$$

$$R_{инф.ок} = \frac{1}{G^n} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (11)$$

$$R_{инф.дв} = \frac{1}{G^n} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (12)$$

где  $R_{инф.ок}$  и  $R_{инф.дв}$  – приведенное сопротивление воздухопроницанию (при  $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$ ),  $\text{м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}$ ;

$\Delta p$  – то же, что и в формуле (8);

$\Delta p_0$  – разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачного ограждения, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию,  $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$ .

$G^n$  – нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции по [16, табл. 23],  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

$$R_{инф.ок} = \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{8,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,19 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}.$$

$$R_{инф.дв} = \frac{1}{7} \cdot \left( \frac{8,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,13 \text{ м}^2 \cdot \text{ч}/\text{кг}.$$

$$G_{o.ок} = \frac{1}{0,19} \cdot \left( \frac{8,9}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

$$G_{o.дв} = \frac{1}{0,13} \cdot \left( \frac{8,9}{10} \right)^{\frac{1}{2}} = 7,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Расчет заканчивается в определении количества тепла на нагревание инфильтрационного воздуха:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot G_o \cdot c \cdot A \cdot (t_v - t_n) \cdot k, \quad (13)$$

где  $G_o$  – расход инфильтрационного воздуха,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ;

$c$  – теплоемкость воздуха,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{С})$ ;  $c = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ \text{С})$ ;

$A$  – площадь воздухопроницаемого ограждения,  $\text{м}^2$ ;

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, принимаем равным 0,8;

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot 5 \cdot 1,005 \cdot 3,3 \cdot (20 - (-37)) \cdot 0,8 = 210 \text{ Вт.}$$

По расчетам на втором этаже разность давлений на внутренней и наружной поверхности ограждений отрицательна, поэтому инфильтрацию не учитываем.

### 3.3 Суммарные расчетные теплотери

Таблица 7 – Теплотери здания

Наименование помещения	Теплотери, Вт		
	Через ограждающие конструкции, $Q_{общ}$ , Вт	На инфильтрацию, $Q_{инф}$ , Вт	Всего, $Q_{расч}$ , Вт
102 Коридор	100	-	100
103 Пост охраны	880	210	1090
104 Касса	610	140	750
105 Кабинет	610	140	750
106 Кабинет	690	140	830
107 Кабинет	1410	240	1650
108 Кабинет	1400	240	1640
109 Коридор	670	140	810
111 Отдел кадров	710	200	910
112 Санузел	590	140	730
113 Санузел	130	-	130
114 Санузел	130	-	130
115 Санузел	510	140	650
119 Буфет	2390	280	2670
123 Санузел	480	140	620
124 Санузел	130	-	130
125 Санузел	130	-	130
126 Санузел	560	50	610
127 Кабинет	680	200	880
128 Кабинет	650	140	790
130 Кабинет	1390	240	1630
131 Кабинет	1420	240	1660
132 Кабинет	710	140	850
133 Кабинет	640	140	780
134 Кабинет	640	140	780
135 Пост охраны	910	210	1120
137 Коридор	100	-	100
138 Кабинет	1580	290	1870
139 Кабинет	720	180	900
140 Кабинет	1030	140	1170
141 Кабинет	2030	490	2520
142 Кабинет	1030	140	1170

## Окончание таблицы 7

Наименование помещения	Теплопотери, Вт		
	Через ограждающие конструкции, $Q_{общ}$ , Вт	На инфильтрацию, $Q_{инф}$ , Вт	Всего, $Q_{расч}$ , Вт
143 Кабинет	720	180	900
144 Кабинет	1570	290	1860
202 Кабинет	1050	-	1050
203 Кабинет	750	-	750
204 Холл	3250	-	3250
205 Кабинет	790	-	790
207 Строи. отдел	2390	-	2390
209 Приемная	1250	-	1250
211 Помещение директора	600	-	600
212 Кабинет	600	-	600
213 Кабинет финансистов	1290	-	1290
214 Кабинет экономистов	1370	-	1370
215 Кабинет директора	940	-	940
216 Санузел	120	-	120
217 Кадровый отдел	680	-	680
218 Конференц-зал	1720	-	1720
219 Кабинет	1610	-	1610
220 Кабинет	1990	-	1990
221 Кабинет	1430	-	1430
222 Кабинет	1100	-	1100
224 Кабинет	1650	-	1650
	$\Sigma$ : 52530 Вт		$\Sigma$ : 57890 Вт

## 4 Система отопления

### 4.1 Выбор системы отопления

В данной работе принята двухтрубная тупиковая система с нижней разводкой отопления с температурой теплоносителя 80/60°C, схема подключения независимая. Трубы из полипропилена PN 25 PRO AQUA по ГОСТ Р 52134-2003. Монтаж трубопроводов проводится согласно СП 40-101-96.

Рабочее давление в системе отопления составляет 0,11 МПа (1,1 бар).

При температуре теплоносителя 80/60°C и рабочем давлении в системе, которое составляет 0,11 МПа предполагаемый срок службы трубы PN 25 будет более 25 лет.

Нагрузка на систему отопления складывается из теплопотерь через ограждающие конструкции и потерь тепла на нагревание инфильтрационного воздуха и рассчитывается по формуле

$$Q_{от} = Q_{общ} + Q_{инф}, \quad (14)$$

где  $Q_{общ}$  – то же, что и в формуле (7);

$Q_{инф}$  – то же, что и в формуле (13).

Теплопотери помещений, в которых не будут установлены отопительные приборы добавляем к теплопотерям отапливаемых помещений.

Принято решение установить в отапливаемых помещениях здания отопительные приборы фирмы «FONDITAL» Calidor Super Aleternum 500/100.

Отопительные приборы оснащены терморегулирующим клапаном RTR-N15 фирмы «Danfoss». Характеристики терморегулирующего клапана смотреть в приложении Б.

#### 4.2 Тепловой расчет отопительных приборов

Расчет отопительных приборов производится в целях определения площади их поверхности, обеспечивающей передачу в помещение необходимого для компенсации тепловых потерь количества теплоты.

Для расчета были выбраны алюминиевые радиаторы торговой марки «FONDITAL». Модель радиатора Calidor Super Aleternum 500/100.

Ход расчета:

1. Тепловой поток прибора, Вт определяется по формуле

$$Q_{np} = \frac{Q_n}{N_{np}}, \quad (15)$$

где  $k$  – поправочный коэффициент, для радиаторов, с установленными автоматическими терморегуляторами;

$Q_n$  – теплопотери в помещении, Вт;

$N_{np}$  – количество приборов в помещении.

$$Q_{np} = \frac{1090}{2} = 550 \text{ Вт}.$$

2. Массовый расход воды через каждый отопительный прибор, кг/ч определяется по формуле

$$G_{np} = \frac{3,6 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{ex} - t_{вых})}, \quad (16)$$

где  $Q_{np}$  – тепловой поток прибора, Вт;

$c$  – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг · °С);

$t_{вх}$  и  $t_{вых}$  – температуры воды на входе в прибор и на выходе из него, принимаемые равными соответственно 80 и 60 °С.

$\beta_1$  – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от модели радиатора,  $\beta_1 = 1,048$ ;

$\beta_2$  – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от доли увеличения теплопотерь через радиаторный участок,  $\beta_2 = 1,015$ .

$$G_{np} = \frac{3,6 \cdot 550 \cdot 1,048 \cdot 1,015}{4,19 \cdot (80 - 60)} = 25,1 \text{ кг/ч.}$$

3. Фактический среднеарифметический температурный напор, °С определяемый по формуле

$$\Delta\tau = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_e, \quad (17)$$

где  $t_e$  – температура внутреннего воздуха, °С.

$$\Delta\tau = \frac{80 + 60}{2} - 20 = 50 \text{ °С.}$$

4. Комплексный коэффициент определяется по формуле

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^m, \quad (18)$$

где 70 – нормированный температурный напор, °С;

$n$  – эмпирический показатель степени соответственно при относительном температурном напоре и расходе теплоносителя,  $n = 0,4$ ;

$m$  – эмпирический показатель степени соответственно при относительном температурном напоре и расходе теплоносителя,  $m = 0,15$ .

$$\varphi_k = \left(\frac{50}{70}\right)^{1+0,4} \cdot \left(\frac{25,1}{360}\right)^{0,15} = 0,42.$$

5. Требуемый тепловой поток прибора, Вт:



$$Q_{н.т.} = \frac{Q_{np}}{\varphi_{\kappa}}, \quad (19)$$

где  $Q_{np}$  – то же, что и в формуле (15);  
 $\varphi_{\kappa}$  – то же, что и в формуле (18).

$$Q_{н.т.} = \frac{550}{0,42} = 1310 \text{ Вт.}$$

6. Определяем минимально допустимое количество секций в приборе:

$$N = \frac{Q_{н.т.}}{q_{н.у.}}, \quad (20)$$

где  $q_{н.у.}$  – номинальный тепловой поток секции радиатора, Вт.

$$N = \frac{1310}{194} = 7.$$

Тепловой расчет отопительных приборов сведем в таблицу 8.

Таблица 8 – Тепловой расчет отопительных приборов

Кол-во приборов	Наименование помещения	Прибор	$Q_{np}$ , Вт	$G_{np}$ , кг/ч	$t_{вх}$ , °C	$t_{вых}$ , °C	$t_6$ , °C	$\Delta t$ , °C	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_k$	$Q_{н.т.}$ , Вт	$N$
2	103 Пост охраны.	1	550	25,1	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1310	7
		2	550	25,1	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1310	7
1	104 Касса	3	750	34,3	80	60	20	50	0,62	0,70	0,44	1710	9
1	105 Кабинет	4	750	34,3	80	60	20	50	0,62	0,70	0,44	1710	9
1	106 Кабинет	5	830	37,9	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1860	10
2	107 Кабинет	6	825	37,7	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1850	10
		7	825	37,7	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1850	10
2	108 Кабинет	8	820	37,5	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1840	9
		9	820	37,5	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1840	9
1	109 Кабинет	10	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
1	111 Отдел кадров	11	910	41,6	80	60	20	50	0,62	0,72	0,45	2010	10
1	112 Санузел	12	730	33,4	80	60	18	52	0,66	0,70	0,46	1580	8
1	115 Санузел	13	910	41,6	80	60	18	52	0,66	0,72	0,48	1910	10
2	119 Столовая	14	1335	61,0	80	60	20	50	0,62	0,77	0,48	2790	14
		15	1335	61,0	80	60	20	50	0,62	0,77	0,48	2790	14
1	123 Санузел	16	880	40,2	80	60	18	52	0,66	0,72	0,47	1850	10
1	126 Санузел	17	610	27,9	80	60	18	52	0,66	0,68	0,45	1360	7
1	127 Кабинет	18	880	40,2	80	60	20	50	0,62	0,72	0,45	1960	10
1	128 Кабинет	19	790	36,1	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1790	9
2	130 Кабинет	20	815	37,2	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1830	9
		21	815	37,2	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1830	9
2	131 Кабинет	21	830	37,9	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1860	10
		22	830	37,9	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1860	10
1	132 Кабинет	23	850	38,8	80	60	20	50	0,62	0,72	0,45	1900	10
1	133 Кабинет	24	780	35,6	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1770	9
1	134 Кабинет	25	780	35,6	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1770	9

Продолжение таблицы 8

Кол-во приборов	Наименование помещения	Прибор	$Q_{np}$ , Вт	$G_{np}$ , кг/ч	$t_{вх}$ , °C	$t_{вых}$ , °C	$t_6$ , °C	$\Delta t$ , °C	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_k$	$Q_{ит.}$ , Вт	$N$
2	135 Пост охраны	26	560	25,6	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1330	7
		27	560	25,6	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1330	7
3	138 Кабинет	28	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
		29	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
		30	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
1	139 Кабинет	31	900	41,1	80	60	20	50	0,62	0,72	0,45	2000	10
1	140 Кабинет	32	1170	53,5	80	60	20	50	0,62	0,75	0,47	2490	13
3	141 Кабинет	33	840	38,4	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1880	10
		34	840	38,4	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1880	10
		35	840	38,4	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1880	10
1	142 Кабинет	36	1170	53,5	80	60	20	50	0,62	0,75	0,47	2490	13
1	143 Кабинет	37	900	41,1	80	60	20	50	0,62	0,72	0,45	2000	10
3	144 Кабинет	38	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
		39	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
		40	620	28,3	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1450	7
2	202 Кабинет	41	530	24,2	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1270	7
		42	530	24,2	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1270	7
1	203 Кабинет	43	750	34,3	80	60	20	50	0,62	0,70	0,44	1710	9
4	204 Холл	44	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
		45	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
		46	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
		47	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
1	205 Кабинет	48	790	36,1	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1790	9
2	207 Строи. отдел	49	1195	54,6	80	60	18	52	0,66	0,75	0,50	2400	12
		50	1195	54,6	80	60	18	52	0,66	0,75	0,50	2400	12

## Окончание таблицы 8

Кол-во приборов	Наименование помещения	Прибор	$Q_{np}$ , Вт	$G_{np}$ , кг/ч	$t_{вх}$ , °C	$t_{вых}$ , °C	$t_6$ , °C	$\Delta t$ , °C	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_k$	$Q_{н.т.}$ , Вт	$N$
2	209 Приемная	51	625	28,6	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1460	8
		52	625	28,6	80	60	20	50	0,62	0,68	0,43	1460	8
1	211 Пом.директора	53	600	27,4	80	60	20	50	0,62	0,68	0,42	1410	7
1	212 Кабинет	54	600	27,4	80	60	20	50	0,62	0,68	0,42	1410	7
2	213 Кабинет финансистов	55	645	29,5	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1500	8
		56	645	29,5	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1500	8
2	214 Кабинет экономистов	57	690	31,5	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1590	8
		58	690	31,5	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1590	8
1	215 Кабинет директора	59	940	43,0	80	60	20	50	0,62	0,73	0,45	2070	11
1	217 Кадровый отдел	60	680	31,1	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1570	8
3	218 Конференц-зал	61	570	26,0	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1350	7
		62	570	26,0	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1350	7
		63	570	26,0	80	60	20	50	0,62	0,67	0,42	1350	7
2	219 Кабинет	64	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
		65	810	37,0	80	60	20	50	0,62	0,71	0,44	1820	9
3	220 Кабинет	66	660	30,2	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1530	8
		67	660	30,2	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1530	8
		68	660	30,2	80	60	20	50	0,62	0,69	0,43	1530	8
2	221 Кабинет	69	720	32,9	80	60	20	50	0,62	0,70	0,44	1650	9
		70	720	32,9	80	60	20	50	0,62	0,70	0,44	1650	9
1	222 Кабинет	71	1100	50,3	80	60	20	50	0,62	0,74	0,46	2370	12
2	224 Кабинет	72	830	37,9	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1860	10
		73	830	37,9	80	60	20	50	0,62	0,71	0,45	1860	10

### 4.3 Гидравлический расчет

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.

Перед началом гидравлического расчета вычерчивают расчетную схему системы отопления, см. рисунок 1.

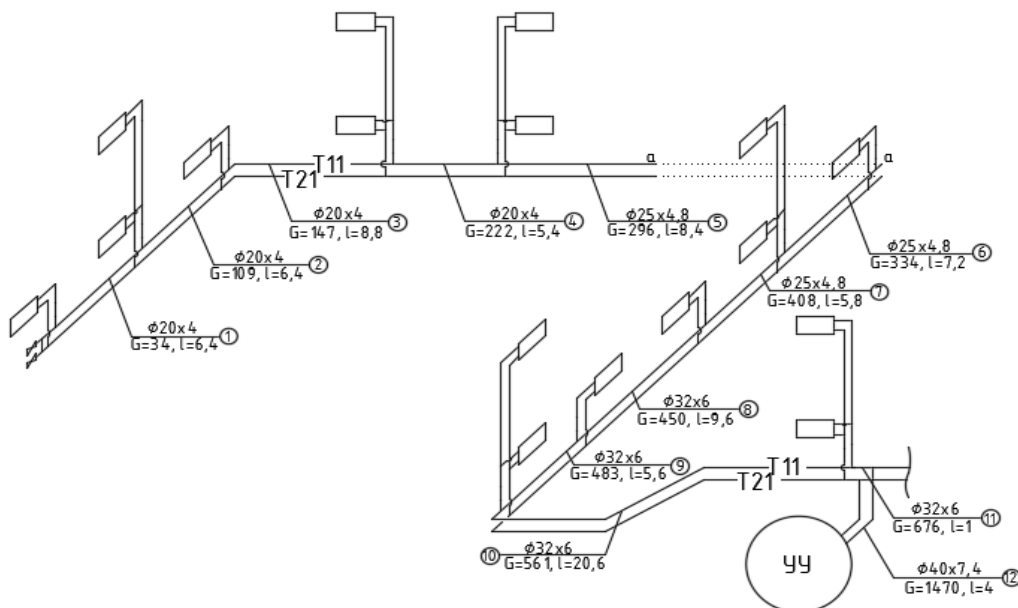


Рисунок 1 – Расчетная схема системы отопления (магистраль – ветка 1)

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

$$\Delta P = R \cdot l + Z, \quad (21)$$

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

$Z$  – местные потери давления на участках, Па;

$l$  – длина участка, м.

В процессе гидравлического расчета расход теплоносителя на участке вычисляется по формуле

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{c \cdot (t_{вх} - t_{вых})}, \quad (22)$$

где  $Q$  – нагрузка на отопление в данном участке, Вт;

$c$  – теплоемкость воды, принимаема 4,19 кДж/(кг · °С);  
 $t_{вх}$  и  $t_{вых}$  – температуры воды на входе на участок и на выходе из него, принимаемые равными соответственно 80 и 60 °С.

Потери давления на преодоления сил трения будут находиться по формуле

$$P = R \cdot l, \quad (23)$$

Потери давления в местных сопротивлениях будут зависеть от динамического давления и находиться по формуле

$$Z = P_{дин} \cdot \sum \xi, \quad (24)$$

$$P_{дин} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (25)$$

где  $P_{дин}$  – динамическое давление, Па;

$\sum \xi$  – коэффициент местного сопротивления по [14].

Местное сопротивление, находящееся между смежными расчетными участками (тройник, крестовина), относят к участку с меньшим расходом воды.

Результаты гидравлического расчета ветки 1 представлены в таблице 9, коэффициенты местных сопротивлений на расчетных участках в таблице 11.

Таблица 9 – Гидравлический расчет ветки 1

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d <sub>вн</sub> , мм	d <sub>у</sub> , мм	V, м/с	Re	$\lambda$	R, Па/м	R·l, Па	P <sub>дин</sub> , Па	$\sum \xi$	Z, Па	(R·l)+Z, Па	P <sub>с</sub> , Па	P <sub>с</sub> , кПа
Магистраль – левая верхняя ветка																
1	750	34	6,4	13,2	20	0,07	2292	0,046	9	55	2,5	1	2	58	58	0,058
2	2390	109	6,4	13,2	20	0,23	7304	0,035	67	429	25,2	1	25	454	512	0,512
3	3215	147	8,8	13,2	20	0,31	9826	0,033	114	1001	45,5	4	182	1183	1695	1,695
4	4850	222	5,4	13,2	20	0,46	14823	0,030	238	1283	103,6	1	104	1386	3081	3,081
5	6480	296	8,4	16,6	25	0,39	15748	0,030	132	1107	74,0	3	222	1329	4410	4,410
6	7300	334	7,2	16,6	25	0,44	17741	0,029	163	1175	93,9	1	94	1269	5679	5,679
7	8920	408	5,8	16,6	25	0,54	21678	0,028	234	1358	140,2	1	140	1498	7177	7,177
8	9830	450	9,6	21,2	32	0,36	18706	0,028	85	818	64,0	1	64	882	8059	8,059
9	10560	483	5,6	21,2	32	0,39	20095	0,028	97	543	73,8	1	74	617	8676	8,676
10	12260	561	20,6	21,2	32	0,45	23330	0,027	127	2610	99,5	4	398	3008	11684	11,684
11	14790	676	1	21,2	32	0,54	28144	0,026	178	178	144,9	3	435	612	12296	12,296
12	32140	1470	4	26,6	40	0,75	48744	0,023	240	960	276,0	2	552	1512	13809	13,809

Аналогично рассчитываем остальные ветки.

Общая нагрузка на систему отопления по расчету равна 57890 Вт ( $G = 2647,3$  кг/ч).

Для балансировки системы отопления используем автоматические балансировочные клапаны АРТ DN = 15 фирмы «Danfoss» (применяется совместно с клапаном-партнером CDT DN 15), которые устанавливаются на стояках к каждому помещению и автоматически поддерживают перепад давления на них, тем самым увязывая стояки с главной магистралью.

Технические характеристики балансировочного клапана представлены в приложении В.

Увязка приборов осуществляется терморегулирующими клапанами RTR-N15 фирмы «Danfoss». Для увязки необходимо выполнить предварительную настройку клапана.

Пример расчета настройки положения клапана рассмотрим на примере 2-ого стояка. Также представлена расчетная схема стояка 2 (рис. 2).

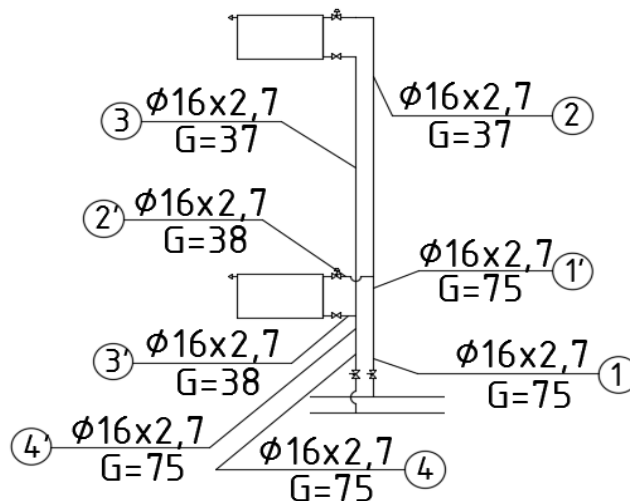


Рисунок 2 – Расчетная схема стояка 2

Результаты гидравлического расчета 2-ого стояка от магистрали до верхнего и нижнего прибора представлены в таблице 10.



Таблица 10 – Гидравлический расчет 2-ого стояка

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	dвн, мм	dy, м	V, м/с	Re	$\lambda$	R, Па/м	R·l, Па	R <sub>дин</sub> , Па	$\sum \xi$	Z, Па	(R·l)+Z, Па	P <sub>с</sub> , Па	P <sub>с</sub> , кПа	$\Delta P_{кл}$ , Па	Положение клапана
От магистрали до верхнего прибора																		
1	1640	75	1,5	10,6	16	0,24	6242	0,037	99	148	28,5	1	28	176	176	0,176	-	-
2	810	37	3,6	10,6	16	0,12	3083	0,043	28	102	7,0	3,5	24	126	302	0,302	1400	5
3	810	37	3,4	10,6	16	0,12	3083	0,043	28	96	7,0	2,5	17	113	416	0,416	-	-
4	1640	75	1,5	10,6	16	0,24	6242	0,037	99	148	28,5	1,5	43	190	606	0,606	-	-
От магистрали до нижнего прибора																		
1'	1640	75	1,5	10,6	16	0,24	6242	0,037	99	148	28,5	1,5	43	190	190	0,190	-	-
2'	830	38	3,6	10,6	16	0,12	3159	0,043	29	106	7,3	3,5	26	132	322	0,322	1386	5,5
3'	830	38	3,4	10,6	16	0,12	3159	0,043	29	100	7,3	3	22	122	444	0,444	-	-
4'	1640	75	1,5	10,6	16	0,24	6242	0,037	99	148	28,5	1,5	43	190	635	0,635	-	-

Таблица 11 – Коэффициенты местных сопротивлений на расчетных участках

№ участка	Наименование местного сопротивления	$\Sigma\xi$
Магистраль левая верхняя ветка		
1	тройник на проход = 1	1
2	тройник на проход = 1	1
3	тройник на проход = 1; отвод 2 шт = 1,5	4
4	тройник на проход = 1	1
5	тройник на проход = 1; отвод 2 шт = 1	3
6	тройник на проход = 1	1
7	тройник на проход = 1	1
8	тройник на проход = 1	1
9	тройник на проход = 1	1
10	тройник на проход = 1; отвод 3 шт = 1	4
11	тройник на слияние = 3	3
12	тройник на проход = 1; отвод 2 шт = 0,5	2
От магистрали до верхнего прибора		
1	тройник на проход = 1	1
2	прибор = 2; отвод = 1,5	3,5
3	тройник на проход = 1; отвод = 1,5	2,5
4	отвод = 1,5	1,5
От магистрали до нижнего прибора		
1'	тройник на ответвление = 1,5	1,5
2'	прибор = 2; отвод = 1,5	3,5
3'	тройник на слияние = 3	3
4'	отвод = 1,5	1,5

## 5 Вентиляция

Основной задачей вентиляции является обеспечение воздухообмена в помещении и поддержания в нем благоприятного для самочувствия и здоровья человека состояния воздушной среды. Выбор систем во многом зависит от назначения помещений в здании, от количества выделяющихся в нем вредных веществ и от технологических требований.

В административном здании принята общеобменная приточная и вытяжная система вентиляции. Приточная П1 и вытяжная В1 установки расположены в подвале здания. Для санузлов организованы отдельные вытяжные системы вентиляции В2, В3, В4 с механическим побуждением.

Схема организации воздухообмена в помещениях административного здания «сверху-вверх». Подача и удаление воздуха осуществляется через воздухораспределительных устройств – решетки и диффузоры.

Для распределения и удаления воздуха из помещений предусмотрены прямоугольные воздуховоды из оцинкованной стали по гост 19904-90\*, санузлах – круглого сечения. Прокладку магистралей приняли с учетом архитектурно-конструктивных решений.

Теплоносителем для калорифера приточной установки вода с температурой 80/60°C.

## 5.1 Определение воздухообмена по нормируемой кратности

Для помещений административного здания воздухообмен  $L$ , м<sup>3</sup>/ч; определяем по его нормируемой кратности:

$$L = k \cdot V, \quad (26)$$

где  $k$  – нормируемая кратность воздухообмена, 1/ч; зависит от назначения помещения и приводится в соответствующих нормативных документах [3];

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

Значения нормируемой кратности и воздухообмен приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Нормируемые кратности и воздухообмен в помещениях

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Расчетная температура, °С	Кратность		Воздухообмен, м <sup>3</sup> /ч		Воздухообмен, кг/ч	
			приток	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка
1 этаж								
103, 135 Пост охраны	69,54	20	1,5	1,5	104	104	126	126
104 , 134 Касса	49,41	20	2	2	99	99	119	119
105, 133 Кабинет	49,41	20	2	2	99	99	119	119
106, 132 Кабинет	58,56	20	2	2	117	117	141	141
107, 131 Кабинет	67,71	20	2	2	135	135	163	163
108 ,130 Кабинет	66,12	20	2	2	132	132	159	159
109 , 128 Кабинет	52,2	20	2	2	104	104	126	126
111, 127 Отдел кадров	45,24	20	2	2	90	90	109	109
112, 126 Санузел	45,24	18	-	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	100	-	121
113, 125 Санузел	26,22	18	-	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50	-	61
114, 124 Санузел	26,22	18	-	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50	-	61
115, 123 Санузел	17,1	18	-	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50	-	61
119 Буфет	318,6	18	2	2	636	636	773	773
138, 144 Кабинет	90	20	2	2	180	180	217	217

## Окончание таблицы 12

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Расчетная температура, °С	Кратность		Воздухообмен, м <sup>3</sup> /ч		Воздухообмен, кг/ч	
			приток	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка
139, 143 Кабинет	75,6	20	2	2	151	151	182	182
140, 142 Кабинет	100,8	20	2	2	202	202	243	243
141 Кабинет	196,2	20	2	2	392	392	473	473
2 этаж								
202 Кабинет	78,69	20	2	2	157	157	190	190
203 Кабинет	69,54	20	2	2	139	139	168	168
204 Холл	364,1	20	2	2	728	728	877	877
205 Кабинет	69,6	20	2	2	139	139	168	168
207 Строи. отдел	318,6	18	2	2	636	636	773	773
209 Приемная	113,1	20	2	2	226	226	273	273
211 Помещение директора	48,72	20	2	2	97	97	117	117
212 Кабинет	48,72	20	2	2	97	97	117	117
213 Кабинет финансистов	66,12	20	2	2	132	132	159	159
214 Кабинет экономистов	63	20	2	2	126	126	152	152
215 Кабинет директора	77,4	20	2	2	155	155	186	186
216 Санузел	26,88	18	-	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз	-	50	-	61
217 Кадровый отдел	33,6	20	2	2	67	67	81	81
218 Конференц-зал	127,8	20	2	2	256	256	308	308
219 Кабинет	136,8	20	2	2	274	274	330	330
220 Кабинет	219,6	20	2	2	438	438	529	529
221 Кабинет	140,4	20	2	2	281	281	338	338
222 Кабинет	122,4	20	2	2	245	245	295	295
224 Кабинет	131,4	20	2	2	263	263	317	317

## 5.2 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют для трех периодов года по всем помещениям. При этом в начале составляется баланс в весовых категориях, кг/ч, затем его переводят в объемные количество воздуха, м<sup>3</sup>/ч. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает приток, поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса во все помещения (преимущественно в коридоры и холлы). Необходимо, чтобы количество воздуха соответствовало количеству удаляемого воздуха.

Расчет воздушного баланса сведен в таблицу 13. Суммарный расчетный воздушный баланс – таблица 14

Таблица 13 – Воздушный баланс

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Период года	Приточная вентиляция			Вытяжная вентиляция		
			кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность	кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность
1 этаж								
103, 135 Пост охраны	69,54	Холодный, переходный	149	124	1,8	126	104	1,5
		Теплый	146	121	1,7	123	104	1,5
104 , 134 Касса	49,41	Холодный, переходный	142,	118	2,4	119	99	2
		Теплый	139	116	2,3	117	99	2
105, 133 Кабинет	49,41	Холодный, переходный	142	118	2,4	119	99	2
		Теплый	139	116	2,3	117	99	2
106, 132 Кабинет	58,56	Холодный, переходный	164	136	2,3	141	117	2
		Теплый	161	134	2,3	138	117	2
107, 131 Кабинет	67,71	Холодный, переходный	186	155	2,3	163	135	2
		Теплый	183	152	2,2	160	135	2
108 ,130 Кабинет	66,12	Холодный, переходный	183	152	2,3	159	132	2
		Теплый	179	148	2,2	156	132	2
109 , 128 Кабинет	52,2	Холодный, переходный	149	124	2,4	126	104	2
		Теплый	146	121	2,3	123	104	2
111, 127 Отдел кадров	45,24	Холодный, переходный	132	110	2,4	109	90	2
		Теплый	130	108	2,4	107	90	2

Продолжение таблицы 13

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Период года	Приточная вентиляция			Вытяжная вентиляция		
			кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность	кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность
112, 126 Санузел	45,24	Холодный, переходный	-	-	-	121	100	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
		Теплый	-	-	-	118	100	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
113, 125 Санузел	26,22	Холодный, переходный	-	-	-	61	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
		Теплый	-	-	-	59	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
114, 124 Санузел	26,22	Холодный, переходный	-	-	-	61	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
		Теплый	-	-	-	59	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
115, 123 Санузел	17,1	Холодный, переходный	-	-	-	61	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
		Теплый	-	-	-	59	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаза
119 Буфет	318,6	Холодный, переходный	796	660	2,1	768	636	2
		Теплый	775	639	2,0	752	636	2
138, 144 Кабинет	90	Холодный, переходный	240	199	2,2	217	180	2
		Теплый	235	195	2,2	213	180	2
139, 143 Кабинет	75,6	Холодный, переходный	205	171	2,3	182	151	2
		Теплый	201	167	2,2	179	151	2
140, 142 Кабинет	100,8	Холодный, переходный	266	221	2,2	243	202	2
		Теплый	261	216	2,1	238	202	2
141 Кабинет	196,2	Холодный, переходный	496	412	2,1	473	392	2
		Теплый	486	403	2,1	463	392	2
1 этаж 1 ветка :		Холодный, переходный	∑3253	∑2700		∑3248	∑2694	
		Теплый	∑3181	∑2636		∑3181	∑2694	
1 этаж 2 ветка :		Холодный, переходный	∑2007	∑1664		∑2007	∑1664	
		Теплый	∑1965	∑1664		∑1965	∑1664	
2 этаж 1 ветка								
202 Кабинет	78,69	Холодный, переходный	190	157	2	190	157	2
		Теплый	186	157	2	186	157	2
203 Кабинет	69,54	Холодный, переходный	168	139	2	168	139	2

Продолжение таблицы 13

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Период года	Приточная вентиляция			Вытяжная вентиляция		
			кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность	кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность
204 Холл	364,1	Холодный, переходный	877	728	2	877	728	2
		Теплый	860	728	2	860	728	2
205 Кабинет	69,6	Холодный, переходный	168	139	2	168	139	2
		Теплый	164	139	2	164	139	2
207 Строй. отдел	318,6	Холодный, переходный	773	636	2	773	636	2
		Теплый	752	636	2	752	636	2
221 Кабинет	140,4	Холодный, переходный	338	281	2	338	281	2
		Теплый	332	281	2	332	281	2
222 Кабинет	122,4	Холодный, переходный	295	245	2	295	245	2
		Теплый	289	245	2	289	245	2
224 Кабинет	131,4	Холодный, переходный	317	263	2	317	263	2
		Теплый	310	263	2	310	263	2
		Холодный, переходный	∑3125	∑2589		∑3125	∑2589	
		Теплый	∑3057	∑2589		∑3057	∑2589	
2 этаж 2 ветка								
209 Приемная	113,1	Холодный, переходный	279	231	2,0	273	226	2
		Теплый	273	231	2	267	226	2
211 Помещение директора	48,72	Холодный, переходный	123	102	2,1	117	97	2
		Теплый	121	102	2	115	97	2
212 Кабинет	48,72	Холодный, переходный	123	102	2,1	117	97	2
		Теплый	121	102	2,1	115	97	2
213 Кабинет финансистов	66,12	Холодный, переходный	165	137	2,1	159	132	2
		Теплый	162	137	2	156	132	2
214 Кабинет экономистов	63	Холодный, переходный	158	131	2,1	152	126	2
		Теплый	155	131	2,1	149	126	2

Окончание таблицы 13

Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Период года	Приточная вентиляция			Вытяжная вентиляция		
			кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность	кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кратность
215 Кабинет директора	77,4	Холодный, переходный	193	160	2,1	186	155	2
		Теплый	189	160	2	183	155	2
216 Санузел	26,88	Холодный, переходный	-	-	-	61	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз
		Теплый	-	-	-	59	50	50м <sup>3</sup> /ч на 1 унитаз
217 Кадровый отдел	33,6	Холодный, переходный	87	72	2,1	81	67	2
		Теплый	85	72	2,1	79	67	2
218 Конференц-зал	127,8	Холодный, переходный	314	261	2,0	308	256	2
		Теплый	308	261	2	302	256	2
219 Кабинет	136,8	Холодный, переходный	336	279	2,0	330	274	2
		Теплый	329	279	2,0	323	274	2
220 Кабинет	219,6	Холодный, переходный	535	444	2,0	529	438	2
		Теплый	524	444	2	519	438	2
		Холодный, переходный	∑2313	∑1920		∑2313	∑1920	
		Теплый	∑2266	∑1920		∑2266	∑1920	

Таблица 14 – Суммарный расчетный воздушный баланс

Этаж	Период года	Приточная вентиляция		Вытяжная вентиляция	
		кг/ч	м <sup>3</sup> /ч	кг/ч	м <sup>3</sup> /ч
1	Холодный, переходный	5260	4364	5255	4358
	Теплый	5146	4300	5146	4358
2	Холодный, переходный	5438	4510	5438	4510
	Теплый	5323	4510	5323	4510
Общее	Холодный, переходный	10698	8874	10693	8868
	Теплый	10469	8810	10469	8868

Для дальнейшего расчета принимаем за расчетный период – холодный, так как весовое количество воздуха в холодный период превышает весовое количество в теплый период.



### 5.3 Подбор воздухораспределителей

В административном здании принимаем схему организации воздухообмена «сверху-вверх». Подача и удаление воздуха осуществляется воздухораспределителями АДН фирмы «Арктос» сверху-вниз настилающими на потолок струями, и воздухораспределителями ДПУ-М 125 фирмы «Арктос», свободными и настилающимися веерными струями.

Подбор воздухораспределителей представлен в приложении Г и Д.

### 5.4 Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Для принятой схемы организации воздуха температура удаляемого воздуха внутри помещения:

$$t_y = t_g + 0,5, \quad (27)$$

где  $t_g$  – температура внутреннего воздуха, °С, в зависимости от периода года: в теплый период года в обслуживаемой зоне помещений при наличии избытков теплоты - температура воздуха в пределах допустимых температур, но не более чем на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметра А) и не более максимально допустимой температуры, в холодный период года в обслуживаемой зоне помещений при наличии избытков теплоты - температура воздуха в пределах допустимых температур.

Теплый период:

$$t_y = 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Холодный период:

$$t_y = 20,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температуру приточного воздуха в холодный период можно определить по формуле

$$t_n = t_g - \Delta t, \quad (28)$$

где  $\Delta t$  – допустимый перепад температур, °С. Он зависит от выбора принципиальной схемы воздухораспределения. Принимаем на 2 °С ниже согласно [19,стр.22].

$$t_n = 20 - 2 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

В теплый период температуру приточного воздуха принимаем равной расчетной температуре наружного воздуха (параметра А)  $t_n = 23$  °С.

### 5.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем

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

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

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

$$\Delta P = R \cdot \beta_{ш} \cdot l + Z, \quad (29)$$

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

$\beta_{ш}$  – коэффициент шероховатости;

$l$  – длина воздуховода, м.

Размеры сечения воздуховодов на участках определяют, ориентируясь на рекомендуемые скорости движения воздуха на участках. Требуемую площадь поперечного сечения воздуховода, м<sup>2</sup>, принимают по формуле

$$F_{тр} = \frac{L}{3600} \cdot V_{рек}, \quad (30)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке, м<sup>3</sup>/ч;

$V_{рек} = 6 - 7$  м/с.

Ориентируясь на  $F_{тр}$ , принимаем площадь сечения стандартного воздуховода  $F_{ст}$  по данным [17] и размеры  $a$  х  $b$ .

Для прямоугольных воздуховодов с размерами  $a$  х  $b$  определяем эквивалентный по скорости диаметр воздуховода:

$$d_{эkv} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}, \quad (31)$$

Фактическую скорость воздуха, м/с, определяют с учетом площади сечения  $F_{ст}$  принятого стандартного воздуховода:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F_{cm}}, \quad (32)$$

Потери давления на трение, Па, определяем по формуле

$$\Delta P_{тр} = R \cdot \beta_{ин} \cdot l, \quad (33)$$

Потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, определяют по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\partial}, \quad (34)$$

где  $\sum \xi$  – сумма местных сопротивлений на участке [11];

$P_{\partial}$  – динамическое давление воздуха на участке, Па.

Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Увязку ответвлений проводят, начиная с наиболее протяженных ответвлений. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15 %

$$\Delta = \frac{(\Delta P_{маг} - \Delta P_{отв})}{\Delta P_{маг}} \cdot 100\% \leq 15\%, \quad (35)$$

где  $\Delta P_{маг}$  – сумма потерь давления по магистральному направлению от точки разветвления до конца первого участка, Па.

Аэродинамический расчет систем П1 и В1 представлен в таблице 15, 16. Расчетные схемы систем П1 и В1 на рисунках 3, 4.

П1

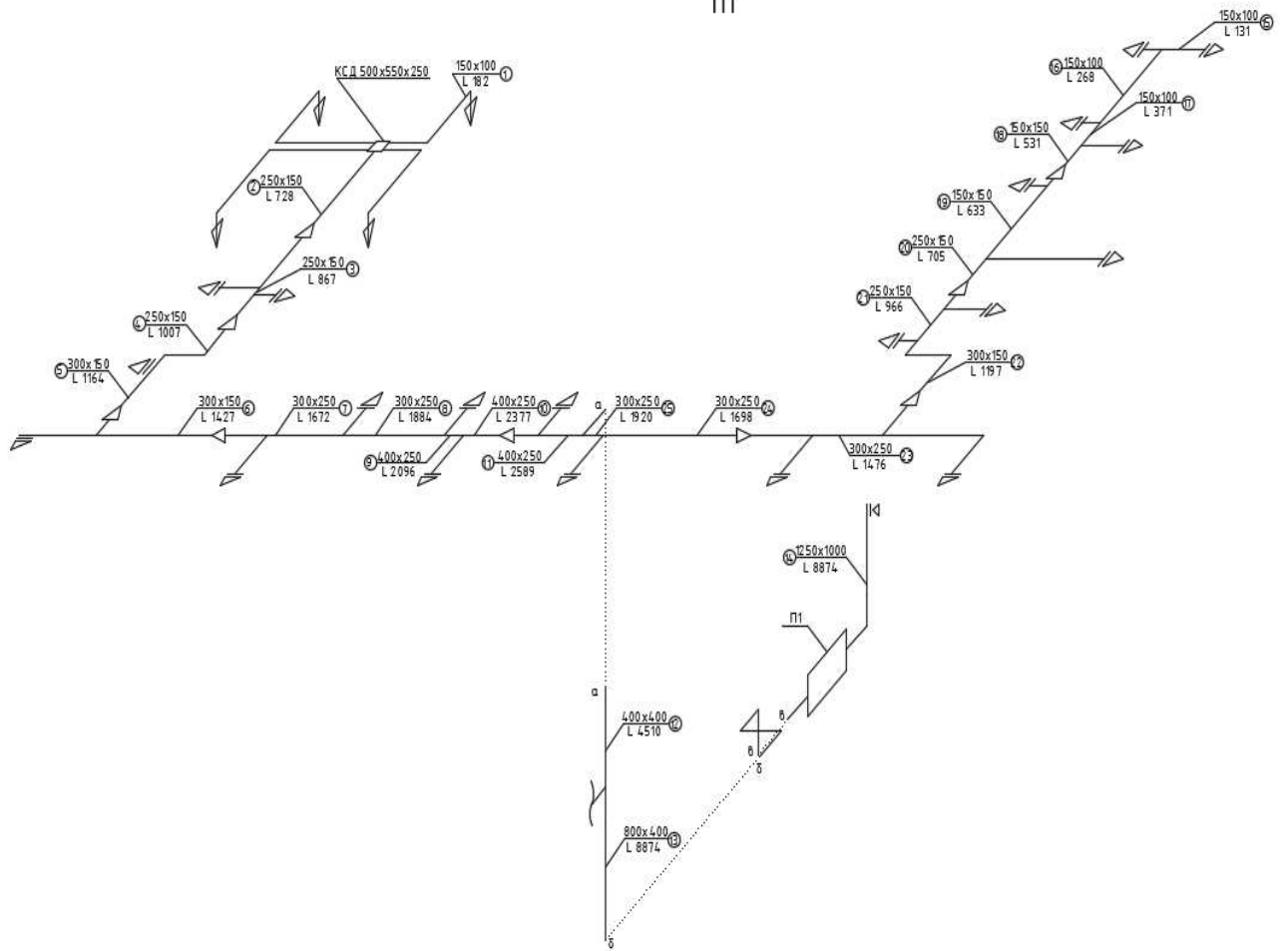


Рисунок 3 – Расчетная схема системы П1

Таблица 15 – Аэродинамический расчет системы П1

Номер участка	L, мЗ/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	Fгр, м <sup>2</sup>	Fст, м <sup>2</sup>	Vрек, м/с	V, м/с	Re	$\lambda$	R, Па/м	R-l, Па	$\Sigma\xi$	Rд, Па	Z, Па	Потери в диффузоре	$\Delta P$ , Па	$\Sigma\Delta P$ , Па
Главная магистраль П1																			
1	182	4,4	100	150	120	0,007	0,015	7	3,4	26923	0,0265	1,51	6,6	0,16	6,8	1,1	41	8	49
2	728	4,7	150	250	187,5	0,029	0,0375	7	5,4	67308	0,0218	2,04	9,6	0,1	17,5	1,8		11	60
3	867	0,3	150	250	187,5	0,034	0,0375	7	6,4	80162	0,0212	2,81	0,8	0,2	24,9	5,0		6	66
4	1007	4,2	150	250	187,5	0,040	0,0375	7	7,5	93027	0,0207	3,70	15,6	0,28	33,5	9,4		25	91
5	1164	3,8	150	300	200	0,046	0,045	7	7,2	95619	0,0205	3,19	12,1	0,1	31,1	3,1		15	106
6	1427	6,6	150	300	200	0,057	0,045	7	8,8	117209	0,0199	4,66	30,7	0,25	46,7	11,7		42	148
7	1672	2,9	250	300	272,7	0,066	0,075	7	6,2	112352	0,0194	1,64	4,8	0,2	23,1	4,6		9	158
8	1884	4	250	300	272,7	0,075	0,075	7	7,0	126629	0,0191	2,05	8,2	0,2	29,3	5,9		14	172
9	2096	0,7	250	400	307,7	0,083	0,1	7	5,8	119227	0,0190	1,26	0,9	0,2	20,4	4,1		5	177
10	2377	2,9	250	400	307,7	0,094	0,1	7	6,6	135198	0,0187	1,59	4,6	0,2	26,3	5,3		10	187
11	2589	1,8	250	400	307,7	0,103	0,1	7	7,2	147278	0,0184	1,87	3,4	0,3	31,2	9,4		13	200
12	4510	4,5	400	400	400	0,179	0,16	7	7,8	208390	0,0170	1,57	7,1	0,77	36,9	28,4		36	235
13	8874	11,4	400	800	533,3	0,352	0,32	7	7,7	273383	0,0159	1,07	12,1	3,25	35,7	116,2		128	363
14	8874	5,1	1000	1250	1111,1	0,352	0,32	7	2	145804	0,0169	0,04	0,2	0,65	2,3	1,5		2	365
Ответвление П1																			
15	131	1,7	100	150	120	0,005	0,015	7	2,4	19376	0,0282	0,83	1,4	0,35	3,5	1,2	7	3	10
16	268	3,4	100	150	120	0,011	0,015	7	5,0	39676	0,0247	3,06	10,4	0,1	14,9	1,5		12	22
17	371	1,1	100	150	120	0,015	0,015	7	6,9	54829	0,0235	5,56	6,1	0,25	28,4	7,1		13	35
18	531	1,8	150	150	150	0,021	0,0225	7	6,6	65387	0,0224	3,85	6,9	0,1	25,9	2,6		10	44
19	633	3,4	150	150	150	0,025	0,0225	7	7,8	78014	0,0218	5,34	18,2	0,3	36,8	11		29	74
20	705	2,4	150	250	187,5	0,028	0,0375	7	5,2	65187	0,0219	1,92	4,6	0,1	16,4	1,6		6	80

Окончание таблицы 15

Номер участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	Fтр, м <sup>2</sup>	Fст, м <sup>2</sup>	Vрек, м/с	V, м/с	Re	λ	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Rд, Па	Z, Па	Потери в диффузоре	ΔP, Па	ΣΔP, Па
21	966	1,5	150	250	187,5	0,038	0,0375	7	7,2	89274	0,0209	3,43	5,1	0,2	30,8	6,2		11	91
22	1197	6	150	300	200	0,048	0,045	7	7,4	98351	0,0204	3,36	20,2	0,81	32,9	26,6		47	138
23	1476	2,7	250	300	272,7	0,059	0,075	7	5,5	99198	0,0198	1,31	3,5	0,1	18,0	1,8		5	143
24	1698	8,2	250	300	272,7	0,067	0,075	7	6,3	114127	0,0194	1,69	13,9	0,2	23,8	4,8		19	162
25	1920	0,8	250	300	272,7	0,076	0,075	7	7,1	129057	0,0190	2,12	1,7	0,75	30,5	22,8		25	186
$\Delta = \frac{(\Delta P_{1-11} - \Delta P_{15-25})}{\Delta P_{1-11}} \cdot 100\% = \frac{200 - 186}{200} \cdot 100\% = 7\% < 15\%$																			

Определяем коэффициенты местных сопротивлений [11, стр.114, 119]:

Участок №1:

1. ВР – ΔР = 41 Па.
2. Отвод 90° ζ=0,16.

Участок №2:

1. Тройник на проход ζ=0,1:

$$L_c = 867 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,196 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 139 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,0375 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{139}{867} = 0,16.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0375}{0,196} = 1.$$

Участок №3:

1. Тройник на проход ζ=0,2:

$$L_c = 1007 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,0375 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 139 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,0375 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{139}{1007} = 0,14.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0375}{0,0375} = 1.$$

Участок №4:

1. Отвод 90° ζ=0,28.

Участок №5:

1. Тройник на проход ζ=0,1:

$$L_c = 1427 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,045 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 263 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,045 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{263}{1427} = 0,18.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,045}{0,045} = 1.$$

Участок №6:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,25$ :

$$L_c = 1672 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 245 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,045 \text{ м}^2$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{245}{1672} = 0,15.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,045}{0,075} = 0,6.$$

Участок №7:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,2$ :

$$L_c = 1884 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 212 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,075 \text{ м}^2$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{212}{1884} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,075}{0,075} = 1.$$

Участок №8:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,2$ :

$$L_c = 2096 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 212 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,075 \text{ м}^2$$



$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{212}{2096} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,075}{0,1} = 0,75.$$

Участок №9:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,2$ :

$$L_c = 2377 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 281 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{281}{2377} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,1}{0,1} = 1.$$

Участок №10:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,2$ :

$$L_c = 2589 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 212 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{212}{2589} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,1}{0,1} = 1.$$

Участок №11:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$L_c = 4510 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,16 \text{ м}^2 .$$

$$L_o = 1920 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_n = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1920}{4510} = 0,4.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,1}{0,16} = 0,6.$$

Участок №12:

$$\zeta = 0,4 + 0,37 = 0,77.$$

1. Тройник на проход  $\zeta = 0,4$ :

$$L_c = 8874 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,32 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 4364 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,16 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{4364}{8874} = 0,5.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,16}{0,32} = 0,5.$$

2. Отвод  $90^\circ$   $\zeta = 0,37$ .

Участок №13:

1. Отвод  $90^\circ$  5 шт.:  $\zeta = 0,65 \cdot 5 = 3,25$ .

Участок №14:

1. Отвод  $90^\circ$   $\zeta = 0,65$ .

Участок №15:

1. ВР –  $\Delta P = 7$  Па.

2. Тройник на проход  $\zeta = 0,35$ :

$$L_c = 268 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 131 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{131}{268} = 0,5.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,015}{0,015} = 1.$$

Участок №16:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,1$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 371 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_o &= 102 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,015 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{102}{371} = 0,3.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,015}{0,015} = 1.$$

Участок №17:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,25$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 531 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0225 \text{ м}^2 . \\L_o &= 160 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,015 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{160}{531} = 0,3.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,015}{0,0225} = 0,7.$$

Участок №18:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,1$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 633 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0225 \text{ м}^2 . \\L_o &= 102 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,0225 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{102}{633} = 0,2.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0225}{0,0225} = 1.$$

Участок №19:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 705 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0375 \text{ м}^2 . \\L_o &= 72 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,0225 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{72}{705} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0225}{0,0375} = 0,6.$$

Участок №20:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,1$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 966 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0375 \text{ м}^2 . \\L_o &= 261 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,0375 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{261}{966} = 0,3.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0375}{0,0375} = 1.$$

Участок №21:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,2$ :

$$\begin{aligned}L_c &= 1197 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,045 \text{ м}^2 . \\L_o &= 231 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_n &= 0,0375 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{231}{1197} = 0,2.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,0375}{0,045} = 0,8.$$

Участок №22:

$$\zeta = 0,25 + 0,56 = 0,81.$$

1. Тройник на проход  $\zeta = 0,25$ :

$$L_c = 1476 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 279 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,045 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{279}{1476} = 0,2.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,045}{0,075} = 0,6.$$

2. Отвод  $90^\circ \cdot 2$  шт.:  $\zeta = 0,28 \cdot 2 = 0,56$ .

Участок №23:

1. Тройник на проход  $\zeta = 0,1$ :

$$L_c = 1698 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 444 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{444}{1698} = 0,2.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,075}{0,075} = 1.$$

Участок №24:

1. Тройник на проход  $\zeta = 0,2$ :

$$L_c = 1920 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 444 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_n = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{444}{1920} = 0,1.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,075}{0,075} = 1.$$

Участок №25:

1. Тройник на ответвление  $\zeta=0,75$ :

$$L_c = 4510 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,16 \text{ м}^2.$$

$$L_o = 1920 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1920}{4510} = 0,4.$$

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,075}{0,16} = 0,5.$$

Аналогично рассчитываем другие ветки П1.

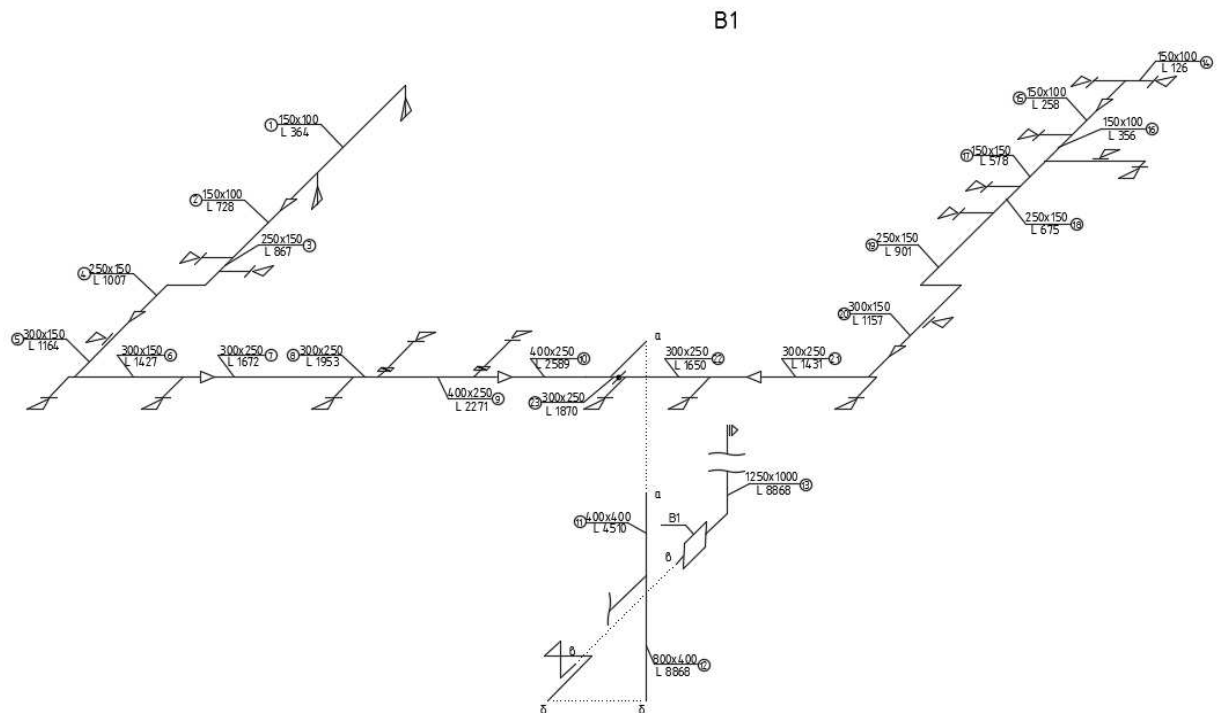


Рисунок 4 – Расчетная схема системы B1

Таблица 16 – Аэродинамический расчет системы В1

Номер участка	L, мЗ/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	Fгр, м <sup>2</sup>	Fст, м <sup>2</sup>	Vрек, м/с	V, м/с	Re	$\lambda$	R, Па/м	R-l, Па	$\Sigma\xi$	Rд, Па	Z, Па	Потери в диффузоре	$\Delta P$ , Па	$\Sigma\Delta P$ , Па
Главная магистраль В1																			
1	364	5	100	150	120	0,014	0,015	7	6,7	53846	0,0235	5,37	26,9	0	27,4	0,0	165	27	192
2	728	4,8	150	250	187,5	0,029	0,0375	7	5,4	67308	0,0218	2,04	9,8	0,25	17,5	4,4		14	206
3	867	0,7	150	250	187,5	0,034	0,0375	7	6,4	80162	0,0212	2,81	2,0	0,25	24,9	6,2		8	214
4	1007	5,4	150	250	187,5	0,040	0,0375	7	7,5	93027	0,0207	3,70	20,0	0,56	33,5	18,8		39	253
5	1164	2,2	150	300	200	0,046	0,045	7	7,2	95619	0,0205	3,19	7,0	0,25	31,1	7,8		15	268
6	1427	4,3	150	300	200	0,057	0,045	7	8,8	11720	0,0199	4,66	20,0	0,25	46,7	11,7		32	299
7	1672	6,7	250	300	272,7	0,066	0,075	7	6,2	11235	0,0194	1,64	11,0	0,3	23,1	6,9		18	317
8	1953	1	250	300	272,7	0,077	0,075	7	7,2	13122	0,0190	2,19	2,2	0,3	31,5	9,4		12	329
9	2271	3,8	250	400	307,7	0,090	0,1	7	6,3	12915	0,0188	1,46	5,6	0,15	24,0	3,6		9	338
10	2589	5,4	250	400	307,7	0,103	0,1	7	7,2	14727	0,0184	1,87	10,1	0,5	31,2	15,6		26	364
11	4510	5,3	400	400	400	0,179	0,16	7	7,8	20837	0,0170	1,57	8,3	1,07	36,9	39,5		48	412
12	8868	10,4	400	800	533,3	0,352	0,32	7	7,7	27318	0,0159	1,06	11,1	3,25	35,7	116,0		127	539
13	8868	13,7	1000	1250	1111,1	0,352	1,25	7	2	14569	0,0169	0,04	0,5	0,65	2,3	1,5		2	541
Ответвление В1																			
14	126	1,1	100	150	120	0,005	0,015	7	2,3	18632	0,0285	0,78	0,9	0,45	3,3	1,48	28	2	30
15	258	3	100	150	120	0,010	0,015	7	4,8	38187	0,0249	2,86	8,6	0,3	13,8	4,13		13	43
16	356	1,5	100	150	120	0,014	0,015	7	6,6	52595	0,0236	5,14	7,7	0,4	26,1	10,45		18	61
17	578	1,4	150	150	150	0,023	0,0225	7	7,1	71186	0,0221	4,51	6,3	0,25	30,6	7,66		14	75
18	675	1,5	150	250	187,5	0,027	0,0375	7	5,0	62395	0,0221	1,77	2,7	0,4	15,1	6,03		9	84
19	901	7,7	150	250	187,5	0,036	0,0375	7	6,7	83300	0,0211	3,02	23,2	0,56	26,9	15,04		38	122
20	1157	3,2	150	300	200	0,046	0,045	7	7,1	95043	0,0205	3,16	10,1	0,3	30,7	9,22		19	141

Окончание таблицы 16

Номер участка	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	Fтр, м <sup>2</sup>	Fст, м <sup>2</sup>	Vрек, м/с	V, м/с	Re	λ	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Рд, Па	Z, Па	Потери в диффузоре	ΔP, Па	ΣΔP, Па
21	1431	6,2	250	300	272,7	0,057	0,075	7	5,3	96152	0,0199	1,23	7,7	0,3	16,9	5,07		13	154
22	1650	3,3	250	300	272,7	0,065	0,075	7	6,1	110913	0,0195	1,61	5,3	0,15	22,5	3,37		9	163
23	1870	0,6	250	300	272,7	0,074	0,075	7	6,9	125673	0,0191	2,02	1,2	0,55	28,9	15,89		17	180

$$\Delta = \frac{(\Delta P_{1-10} - \Delta P_{14-23})}{\Delta P_{1-10}} \cdot 100\% = \frac{364 - 180}{364} \cdot 100\% = 51\% > 15\%$$

Так как увязка больше 15%, устанавливаем дроссель клапан



Определяем коэффициенты местных сопротивлений [11, стр.114, 116]:

Участок №1:

1. ВР – ΔР = 165 Па.

Участок №2:

1. Тройник на проход ζ=0,25:

$$L_o = 139 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 867 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_c = 0,0375 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{139}{867} = 0,16 .$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,0375} = 0,4 .$$

Участок №3:

1. Тройник на проход ζ=0,25:

$$L_o = 139 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 1007 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_c = 0,0375 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{139}{1007} = 0,14 .$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,0375} = 0,4 .$$

Участок №4:

1. Отвод 90° 2 шт.: ζ = 0,28 · 2 = 0,56.

Участок №5:

1. Тройник на проход ζ=0,25:

$$L_o = 263 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 1427 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

$$f_c = 0,045 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{263}{1427} = 0,18.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,045} = 0,33.$$

Участок №6:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,25$ :

$$L_o = 245 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_c = 1672 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{245}{1672} = 0,18.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,075} = 0,2.$$

Участок №7:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$L_o = 281 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_c = 1953 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,075 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{281}{1953} = 0,14.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,075} = 0,2.$$

Участок №8:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$L_o = 318 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_c = 2271 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,1 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{318}{2271} = 0,14.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,1} = 0,15.$$

Участок №9:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,15$ :

$$L_o = 318 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 2589 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,1 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{318}{2589} = 0,12.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,1} = 0,15.$$

Участок №10:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,5$ :

$$L_o = 1920 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_o = 0,075 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 4510 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,16 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1920}{4510} = 0,4.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,075}{0,16} = 0,5.$$

Участок №11:

$\zeta=0,7+0,37=1,07$ .

1. Тройник на проход  $\zeta=0,7$ :

$$L_o = 4358 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_o = 0,16 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 8868 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,32 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{4358}{8868} = 0,5.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,16}{0,32} = 0,5.$$

2. Отвод 90°  $\zeta=0,37$ .

Участок №12:

1. Отвод 90° 5 шт.:  $\zeta = 0,65 \cdot 5 = 3,25$ .

Участок №13:

1. Отвод 90°  $\zeta = 0,65$ .

Участок №14:

1. ВР –  $\Delta P = 28$  Па.

2. Тройник на проход  $\zeta=0,45$ :

$$L_o = 132 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_c = 258 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{132}{258} = 0,5.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,015} = 1.$$

Участок №15:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$L_o = 97 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_o = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$L_c = 356 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$f_c = 0,015 \text{ м}^2.$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{97}{356} = 0,3.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,015} = 1.$$

Участок №16:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,4$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 222 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 578 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0225 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{222}{578} = 0,4.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,0225} = 0,7.$$

Участок №17:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,25$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 97 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 675 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0375 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{97}{675} = 0,14.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,0375} = 0,4.$$

Участок №18:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,4$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 226 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 901 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,0375 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{226}{901} = 0,25.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,0375} = 0,4.$$

Участок №19:

1. Отвод 90° 2 шт.:  $\zeta = 0,28 \cdot 2 = 0,56$ .

Участок №20:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 274 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 1431 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,075 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{274}{1431} = 0,2.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,075} = 0,2.$$

Участок №21:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,3$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 219 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 1650 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,075 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{219}{1650} = 0,2.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,075} = 0,2.$$

Участок №22:

1. Тройник на проход  $\zeta=0,15$ :

$$\begin{aligned}L_o &= 219 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_o &= 0,015 \text{ м}^2 . \\L_c &= 1870 \text{ м}^3/\text{ч} . \\f_c &= 0,075 \text{ м}^2 .\end{aligned}$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{219}{1870} = 0,1.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,015}{0,075} = 0,2.$$

Участок №23:

1. Тройник на ответвление  $\zeta=0,55$ :

$$L_o = 1870 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_o = 0,075 \text{ м}^2 .$$

$$L_c = 4510 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

$$f_c = 0,16 \text{ м}^2 .$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1870}{4510} = 0,4.$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,075}{0,16} = 0,5.$$

Аналогично рассчитываем другие ветки В1.

## **5.6 Расчет и подбор оборудования приточной и вытяжной вентиляции**

Подбор оборудования производим в программе «WinClim II », подробная информация в приложении Е.

Требуемые данные для подбора:

$$L_n = 8874 \text{ м}^3/\text{ч}, L_v = 8868 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$t_n^x = -37 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$t_n^x = 18 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Теплоноситель вода 80/60°C

## **6 Теплоснабжение калорифера**

Обвязка калорифера представляет собой систему труб, регулирующего клапана, запорных элементов, датчиков температуры и давления. Существует несколько схем, по которым строится обвязка, однако на практике чаще всего применяется типовая схема, имеющая достаточно простую конструкцию и

высокую надежность.

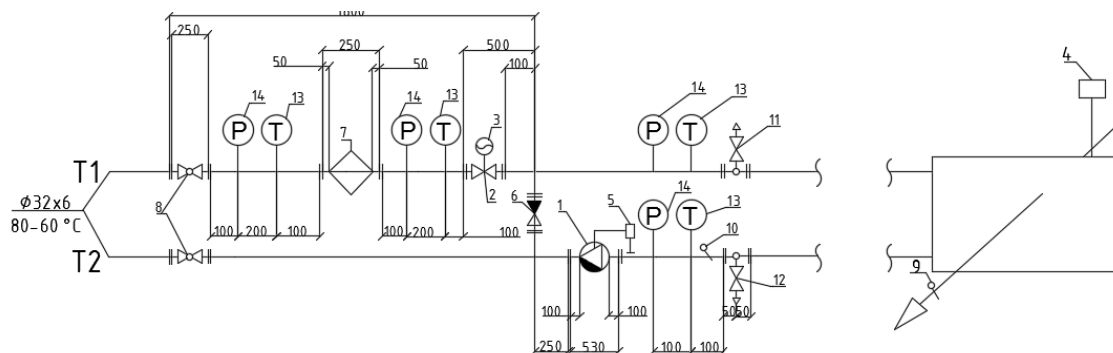


Рисунок 5 – Узел регулирования 1: 1 – циркуляционный насос, 2 – регулирующий клапана Danfoss VRB2, 3 – привод клапана AMV 435, 4 – термостат Danfoss KP61, 5 – реле защиты насоса от «сухого» хода, 6 – обратный клапан Danfoss-NRV EF, 7 – фильтр сетчатый FVF, 8 – кран шаровой муфтовый Danfoss BVR, 9 – датчик температуры воздуха Danfoss ESM 10, 10 – датчик температуры обратной воды Danfoss ESMB, 11 – кран шаровый для выпуска воздуха BVR-D, 12 – кран шаровой для дренажа BVR-C, 13 – термометр ТБ 1, 14 – манометр Метер ДМ 02

### 6.1 Подбор регулирующего клапана:

Калорифер системы П1:

Производительность: 42000 Вт.

Расход: 1848 кг/ч.

Потери напора: 65,6 кПа.

Пропускная способность клапана:

$$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{кл}}}, \quad (36)$$

где  $G$  - удельные линейные потери давления, м<sup>3</sup>/ч;

$\Delta P_{кл}$  - требуемый перепад давления на клапане  $\Delta P_{кл} \geq 0,5 \cdot \Delta P_k$ , кПа.

Пропускная способность клапана для калорифера системы П1:

$$K_v = \frac{1,848}{\sqrt{0,328}} = 3,23 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$\Delta P_{кл} = 0,5 \cdot \frac{65,6}{100} = 0,328 \text{ бар}.$$



Принимается клапан регулирующий седельный проходной VRB2:  $D_y = 15\text{мм}$ ,  $P_y = 16\text{ бар}$ ,  $T = 130\text{ °С}$ ,  $K_{vs} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P_{кл} = 32,8\text{ кПа}$ .

6.2 Привод клапана AMV 435:

$z \geq 0,5$ ;

Напряжение 230 v;

Скорость штока привода на 1 мм – 7,5 или 15 с.

6.3 Циркуляционный насос Wilo-VeroLine-IP-E IP-E 32/95-0.55/2:

$P = 550\text{ Вт}$ ;

$G = 1,8\text{ м}^3/\text{ч}$ ;

Номинальное напряжение 230 v;

$H = 12\text{ м в ст.}$

6.4 Термостат Danfoss KP 61:

Контролирует температуру в диапазоне от  $-30$  до  $+15\text{ °С}$ .

Диапазон настройки  $5,5-23\text{ °С}$ .

6.5 Реле защиты насоса от «сухого» хода.

6.6 Обратный клапан Danfoss NRV EF:  $D_y = 20\text{ мм}$ ,  $P_y = 25\text{ бар}$ ,  $T_{\text{max}} = 110\text{ °С}$ ;

6.7 Фильтр сетчатый FVF:  $D_y = 20\text{ мм}$ ,  $P_y = 16\text{ бар}$ ,  $T_{\text{max}} = 150\text{ °С}$ ;

6.8 Кран стальной шаровой муфтовый BVR:  $D_y = 20\text{ мм}$ ,  $P_y = 40\text{ бар}$ ,  $T_{\text{max}} = 180\text{ °С}$ ;

6.9 Датчик температуры воздуха ( $t_n$ );

6.10 Датчик температуры обратной воды (защита от замораживания  $t \sim 23-25\text{ °С}$ );

6.11 Кран шаровой для выпуска воздуха BVR-D:  $D_y = 15\text{ мм}$ ,  $P_y = 16\text{ бар}$ ,  $T_{\text{max}} = 110\text{ °С}$ ;

6.12 Кран шаровой для дренажа BVR-C:  $D_y = 25\text{ мм}$ ,  $P_y = 16\text{ бар}$ ,  $T_{\text{max}} = 110\text{ °С}$ .

## 7 Противопожарная безопасность

Для предотвращения распространения продуктов горения при пожаре в помещения различных этажей по воздуховодам систем вентиляции, а так же в местах пересечения ограждающих конструкций помещений с разными категориями по пожарной безопасности установлены огнезадерживающие клапаны. В связи с аварийной пожарной ситуацией происходит обесточивание всех систем вентиляции и закрытие противопожарных открытых клапанов.

Все огнезадерживающие клапаны оборудованы электромеханическим приводом с возвратной пружиной, которые срабатывают на автоматическом режиме по команде сигнала системы пожаротушения. При обесточивании вентиляционных установок (снятие напряжения с привода установок) пружина срабатывает и переводит заслонку в закрытое положение, что препятствует распространению огня. Привод также оборудован механизмом ручного управления, позволяющим перемещать заслонку в исходное положение при отключенном источнике питания.

## 8 Кондиционирование

В кабинете директора и конференц-зале проектируем систему вентиляции совместно с кондиционированием для поддержания оптимальных параметров воздушной среды. Ассимиляция теплоизбытков в помещениях (кабинет директора и конференц-зал) будет происходить за счет использования местных доводчиков – настенных сплит-систем.

Для подбора сплит-систем необходимо знать количество теплоизбытков (полных или явных, за расчетные принимаем большие из них). По итогу расчета количества теплоизбытков, подбираем доводчик по его холодопроизводительности.

### 8.1 Определение количества вредностей

#### 8.1.1 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Количество теплоты, поступающего в помещение от источников искусственного освещения определяем по формуле

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (37)$$

где  $E$  – освещенность, лк, принимаемая в зависимости от назначения помещения по [22]. По требованию к освещению на рабочих местах принимаем  $E=300$  лк;

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

$\eta_{осв}$  – доля тепла, поступающего в помещение, для люминесцентных ламп накаливания, находящихся в помещении,  $\eta_{осв} = 1$ ;

$q_{осв}$  – удельные тепловыделения,  $Вт/(м^2 \cdot лк)$ , зависят от типа светильника и площади помещения [9]. Принимаем  $q_{осв} = 0,08$ .

Кабинет директора:

$$Q_{осв} = 300 \cdot 25,8 \cdot 0,08 \cdot 1 = 619 \text{ Вт.}$$

Конференц-зал:

$$Q_{осв} = 300 \cdot 42,6 \cdot 0,08 \cdot 1 = 1022 \text{ Вт.}$$

### **8.1.2 Теплопоступление от солнечной радиации через заполнение световых проемов**

Поступление тепла в помещение в теплый период года через световые проемы и покрытия следует определять в соответствии с методикой, приведенной в [17].

Для упрощенных расчетов поступление тепла от солнечной радиации через светопрозрачные ограждения можно определить по табл.3.9 [20]. 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.

Кабинет директора:

$$Q_{солн} = 240 \cdot (2,1 \cdot 1,5) \cdot 0,4 \cdot 1 = 302 \text{ Вт.}$$

Конференц-зал:

$$Q_{солн} = 240 \cdot (1,5 \cdot 1,5) \cdot 0,4 \cdot 3 = 648 \text{ Вт.}$$

### **8.1.3 Теплопоступления от людей**

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла, и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха и теплозащитных свойств одежды. При определении теплопоступлений от людей используются данные по удельным количествам указанных вредностей от одного человека.

Для расчетов использовались данные из [23,стр.54]. Расчетная внутренняя температура в кабинете директора и конференц-зале по

оптимальным параметрам: для теплого периода 23°C, для холодного периода 20°C. Принято считать тепловыделения от людей, как при легкой работе.

Расчётные вредные выделения рассчитаны по формулам

$$Q_{я} = q_{я} \cdot N, \quad (38)$$

$$Q_n = q_n \cdot N. \quad (39)$$

где  $N$  – количество людей в помещении;

$q_{я}$ ,  $q_n$ ,  $Q_{я}$ ,  $Q_n$  – удельные выделения явного и полного тепла, Вт/чел, и общие тепlopоступления явного и полного тепла от людей, Вт;

Кабинет директора:

Для холодного периода :

$$Q_{я} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Вт.}$$

$$Q_n = 150 \cdot 2 = 300 \text{ Вт.}$$

Для теплого периода:

$$Q_{я} = 79 \cdot 2 = 158 \text{ Вт.}$$

$$Q_n = 147 \cdot 2 = 294 \text{ Вт.}$$

Конференц-зал:

Для холодного периода:

$$Q_{я} = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ Вт.}$$

$$Q_n = 150 \cdot 10 = 1500 \text{ Вт.}$$

Для теплого периода:

$$Q_{я} = 79 \cdot 10 = 790 \text{ Вт.}$$

$$Q_n = 147 \cdot 10 = 1470 \text{ Вт.}$$

#### **8.1.4 Тепlopоступления от компьютеров**

Тепlopоступления от одного компьютера принимаем равным 300 Вт.

$$Q_k = 300 \cdot N, \quad (40)$$

где  $N$  – количество компьютеров в помещении (принимается по 2 компьютера в кабинете директора и конференц-зале).

$$Q_k = 300 \cdot 2 = 600 \text{ Вт.}$$

### 8.1.5 Теплопоступления от приточного вентиляционного воздуха в теплый период

Количество теплоты, поступающей с приточным воздухом можно определить по формуле

$$Q_k = L \cdot \rho \cdot 0,278 \cdot (t_n - t_g), \quad (41)$$

где  $L$  – расчетный воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;

$t_n, t_g$  – температура приточного и внутреннего воздуха, °С.

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

В кабинете директора:

$$Q_k = 160 \cdot 1,2 \cdot 0,278 \cdot (27 - 23) = 213 \text{ Вт.}$$

В конференц-зале:

$$Q_k = 261 \cdot 1,2 \cdot 0,278 \cdot (27 - 23) = 348 \text{ Вт.}$$

## 8.2 Сводная таблица вредных выделений в помещениях и подбор оборудования

Таблица 17 – Вредные выделения в помещениях

Наименование помещения	Период года	$t_g$ , °С	$Q_{изб}^я$ , Вт	$Q_{изб}^н$ , Вт
Кабинет директора	Холодный	20	1419	1519
	Теплый	23	1892	2028
Конференц-зал	Холодный	20	2622	3122
	Теплый	23	3408	4088

За расчетные принимаем большие полные теплоизбытки в теплый период. В кабинете директора суммарные полные теплоизбытки составляют 2028 Вт, в конференц-зале суммарные полные теплоизбытки составляют 4088 Вт.

Устанавливаем в кабинет директора настенную сплит-систему SYSPLIT WALL SMART 09 V2 HP Q с холодопроизводительностью 2,64 кВт

фирмы «Systemair». В конференц-зале устанавливаем настенную сплит-систему SYSPLIT WALL SMART 18 V2 HP Q с холодопроизводительностью 5,28 кВт фирмы «Systemair». Подробное описание оборудования в приложении Ж.

## **9 ТВИС. Разработка технологической карты на монтаж алюминиевых радиаторов**

### **9.1 Общие сведения**

Технологическая карта разработана на установку алюминиевых радиаторов на кирпичные стены.

Отопительные приборы предназначены для обогрева помещений, причем теплота воздуху и ограждениям помещений передается конвекцией и излучением (радиацией). По преобладающей форме передачи теплоты приборы подразделяют на радиационные, конвективные и конвективно-радиационные. В водяных и паровых системах отопления в основном применяются конвективно-радиационные и конвективные приборы.



Рисунок 6 – Общий вид радиатора Calidor Super Aleternum

### **9.2 Организация и технология выполнения работ**

#### **9.2.1 Подготовительные работы**

До начала производства работ по установке алюминиевых радиаторов необходимо:

- выполнить стены и перегородки, на которые устанавливаются отопительные приборы;
- установить оконные коробки, где это необходимо;
- выполнить штукатурку или облицовку стен в местах расположения радиаторов;
- на стенах нанести отметки для установки радиаторов;

- обеспечить искусственное освещение и возможность включение электроинструментов;
- застеклить оконные проемы в наружных ограждениях;
- обеспечить свободный доступ к рабочему месту;
- подать на этажи инструмент и инвентарь.

### **9.2.2 Состав звена рабочих по установке отопительного прибора**

Слесарь-сантехник IV разряда.

Слесарь-сантехник IV разряда.

## **9.3 Указания по монтажу алюминиевых секционных радиаторов «FONDITAL» и основные требования к их эксплуатации**

9.3.1 Монтаж алюминиевых секционных радиаторов фирмы «FONDITAL» производится согласно требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» и настоящих рекомендаций.

9.3.2 Радиаторы поставляются окрашенными в сборе, без пробок, упакованными в плёнку и картонную коробку. Рекомендуется заказ на количество секций в приборе ориентировать только на заводскую сборку по спецификации заказчика.

При необходимости перегруппировки алюминиевых радиаторов следует учитывать, что она должна выполняться на высоком профессиональном уровне: зеркала головок секций должны быть тщательно, но осторожно очищены от старых прокладок, вместо которых должны быть установлены качественные новые фирменные, стяжка секций должна осуществляться без перекосов и быть плотной. Резьба ниппелей и пробок должна входить в зацепление с резьбой головки радиатора не менее чем на 4 нитки. Монтаж пробок рекомендуется осуществлять динамометрическими ключами. При сборке секций с помощью стальных ниппелей и плоских прокладок крутящий момент затяжки не должен превышать 100 Н·м. Использование пеньки или подобного материала в качестве уплотнительного категорически запрещается. Секции радиаторов со срезанной резьбой в головках не являются ремонтпригодными и должны быть заменены на новые.

После перегруппировки радиатор необходимо испытать на прочность и герметичность избыточным давлением не менее 2,4 МПа.

9.3.3 Монтаж радиаторов ведётся только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен или на чистом полу с использованием фирменных кронштейнов и стоек.

9.3.4 Радиаторы следует устанавливать на расстоянии не менее:

- от пола - 60 мм;
- от нижней поверхности подоконных досок (при отсутствии доски - от низа оконного проема) - 50 мм;

- от поверхности штукатурки стен - 25 мм

9.3.5 Монтаж радиаторов, устанавливаемых на стене, необходимо производить в следующем порядке:

- разметить места установки кронштейнов;
- удалить упаковку только в необходимых для монтажа местах;
- закрепить кронштейны на стене дюбелями и шурупами с предварительным сверлением отверстий в стенах под дюбели или заделкой крепёжных деталей цементным раствором (не допускается пристрелка к стене кронштейнов, на которых крепятся отопительные приборы и теплопроводы систем отопления);

- установить радиатор на кронштейнах так, чтобы головки радиатора (между соседними секциями) легли на крюки кронштейнов;

- соединить радиатор с подводящими теплопроводами системы отопления, оборудованными на нижней или верхней подводке краном, клапаном или термостатом;

- обязательно установить воздухоотводчик в верхнюю пробку с противоположной от подводок стороны;

- после окончания монтажа и отделочных работ следует снять остатки упаковочных коробки и плёнки.

9.3.6 При монтаже радиаторов следует избегать случаев их неправильной установки:

- слишком низкого размещения, т.к. при зазоре между полом и низом радиатора, меньшем 100 мм, уменьшается эффективность теплообмена и затрудняется уборка под радиатором;

- установки радиатора вплотную к стене или с зазором, меньшим 25 мм, ухудшающей теплоотдачу прибора и вызывающей пылевые следы над прибором;

- слишком высокой установки, т. к. при зазоре между полом и низом радиатора, большем 150 мм, увеличивается градиент температур воздуха по высоте помещения, особенно в нижней его части;

- слишком малого зазора между верхом радиатора и низом подоконника (менее 75 % глубины радиатора в установке), т. к. при этом уменьшается тепловой поток радиатора;

- невертикального положения секций, т. к. это ухудшает теплотехнику и внешний вид радиатора;

- установки перед радиатором декоративных экранов или закрытия его шторами, т. к. это приводит к ухудшению теплоотдачи и гигиенических характеристик.

9.3.7 Категорически запрещается дополнительная окраска радиатора «металлическими» красками (например, «серебрянкой») и воздуховыпускного отверстия воздухоотводчика.

9.3.8 В процессе эксплуатации следует производить очистку радиатора в начале отопительного сезона и 1-2 раза в течение отопительного периода. Для чистки радиатора следует пользоваться только мягкой тряпкой или



губкой и мыльной тёплой водой, затем смыть мыло и тщательно вытереть поверхности насухо. При очистке радиаторов нельзя использовать химически активные или абразивные материалы.

9.3.9 Исключается навешивание на алюминиевые радиаторы пористых увлажнителей, например, из обожжённой глины.

9.3.10 В тех случаях, когда запорная арматура устанавливается на обеих подводках к радиатору, во избежание аварийной ситуации не допускается полное перекрытие заполненного водой радиатора без обязательного в этом случае открытия воздухоотводчика. Допускается при установке радиаторов монтировать запорную арматуру только на нижней подводке, так как при закрытии этой арматуры радиатор остаётся заполненным водой при сливе её из стояка.

9.3.11 Избыточное давление теплоносителя, равное сумме максимально возможного напора насоса и гидростатического давления, не должно в рабочем режиме системы отопления превышать в любых радиаторах «FONDITAL» 1,6 МПа. Минимальное давление при опрессовке системы отопления должно быть в 1,25 раза больше рабочего.

9.3.12. Во избежание замерзания воды в радиаторах, приводящего к их разрыву, не допускается обдув радиатора струями воздуха с отрицательной температурой, например, при постоянно открытой боковой створке окна.

9.3.13 При необходимости снятия отопительного прибора, например, для его ремонта или замены можно использовать термостат в качестве запорной арматуры только при выполнении работ в следующей последовательности:

- снять термостатическую головку;
- специальным металлическим или упрочнённым пластмассовым колпачком закрыть полностью термостат;
- снять отопительный прибор;
- со стороны снятого прибора на термостат установить заглушку.

Если эти требования не будут выполняться, то следует предусмотреть перед термостатом(по ходу теплоносителя) установку шарового крана. Запорный и запорно-регулирующий клапан установки дублирующего шарового крана не требуют.

9.3.14 Использование отопительных приборов и теплопроводов системы отопления в качестве токоведущих и заземляющих устройств не допускается.

## 9.4 Схема операционного контроля качества монтажа отопительных приборов

Таблица 18 – Состав операций и средства контроля

Этапы работ	Контролируемые операции	Контроль (метод, объем)	Документация
Подготовительные работы	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие документов о качестве изделия;</li> <li>- соответствующие применяемых материалов проекту, стандартам и техническим условиям;</li> <li>- подготовку мест для установки отопительных приборов.</li> </ul>	<p>Визуальный</p> <p>Визуальный, технический осмотр</p> <p>Визуальный</p>	Сертификаты (паспорта), журнал работ
Монтаж отопительных приборов	<p>Контролировать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- число и способ крепления кронштейнов под отопительные приборы;</li> <li>- расстояние установки отопительных приборов от пола, стены, подоконных досок и т.д.</li> </ul>	<p>Визуальный;</p> <p>Измерительный</p>	Общий журнал работ
Приемка выполненных работ	<p>Проверить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие фактического положения смонтированных отопительных приборов требованиям проекта;</li> <li>- выполнение требований проекта и нормативных документов к качеству выполнения крепежу отопительных приборов.</li> </ul>	Технический осмотр, измерительный	Акт приемки выполненных работ
Контрольно-измерительный инструмент: штангенциркуль, отвес, рулетка металлическая, уровень строительный.			
<p>Входной и операционный контроль осуществляют: мастер (прораб).</p> <p>Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (пораб), представители технадзора заказчика.</p>			

## 9.5 Требования к качеству работ

а) радиаторы должны быть установлены строго вертикально, без перекосов, на высоте от пола не ниже 40 мм, от верха радиатора до подоконной доски - не менее 50 мм. Расстояние от прибора до поверхности штукатурки стены должно составлять не менее 25 мм;

б) вертикальная ось нагревательного прибора при установке под окном должна совпадать с осью оконного проема с допускаемым отклонением не более 50 мм;

в) приборы, находящиеся в одном помещении, должны быть установлены на одной отметке;

г) расклинивать радиаторные кронштейны в отверстиях деревянными клиньями не разрешается;

д) радиаторы должны опираться шейками на все кронштейны, а ребра секций располагаться отвесно;

е) расстояние между стенами и осями должно быть: 35 мм - при диаметре стояков 15-32 мм и 50 мм - при стояках диаметром 40-50 мм. Допускаются отклонения  $\pm 5$  мм.

## **9.6 Материально-технические ресурсы**

Потребность в инструментах, приспособлениях, инвентаре на установку алюминиевого радиатора:

- ключ трубный рычажный N 2 (1 шт.);
- молоток слесарный (1 шт.);
- рулетка измерительная металлическая (1 шт.);
- отвес (1 шт.);
- уровень строительный (1 шт.);
- сверлильный аппарат (1 шт.);
- набор сверл (1 шт.);
- дюбель гвозди (2 шт. на один кронштейн);
- маркер или иное средство для обозначения отметок установки кронштейнов для радиатора (1 шт.);
- шаблон (2 шт.) для разметки мест отверстий для радиаторных кронштейнов;
- перчатки резиновые (2 шт.).

## **9.7 Правила техники безопасности**

Работы выполняются с соблюдением правил техники безопасности в соответствии с главой СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве»

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная выпускная квалификационная работа разработана на основании задания и выполнена в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами.

Главной задачей работы была разработка инженерных систем для создания микроклимата в здании. В бакалаврской работе были представлены необходимые расчеты систем отопления и вентиляции. Запроектирована система отопления – двухтрубная тупиковая, подобраны отопительные приборы и регулирующая арматура. Также запроектирована система вентиляции с механическим побуждением, создающая допустимые параметры микроклимата в здании. Произведен подбор основного вентиляционного оборудования, дополнительно для создания оптимальных условий рассчитаны и установлены сплит-системы в кабинете директора и конференц-зале.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 109 с.
- 2 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – Москва.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 76 с.
- 3 СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87\*. – Москва: ФГУП ЦПП, 2007. – 16 с.
- 4 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
- 5 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 01.07.2013. – Москва: ФГУП ЦПП, 2012. – 14 с.
- 6 Влажный воздух. НП «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике». АВОК справочное пособие / канд. техн. наук М.Г. Тарабанов [и др.] – Москва, 2004. – 72 с.
- 7 СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 44 с.
- 8 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – Взамен СП 23-101-2000 ; введ. 01.06.2004. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.
- 9 Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. / Б. М. Хрусталева [и др.] – 3-е издание исправленное и дополненное – Москва : Изд-во АСВ, 2008. – 784 с.
- 10 Титов В.П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий : Учеб. пособие для вузов / В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – Москва: Стройиздат, 1985. – 208с.
- 11 Руководство по расчету воздухопроводов для унифицированных деталей АЗ-804. Москва, 1979. – 203 с.
- 12 ВСН 353-86 Проектирование и применение воздухопроводов из унифицированных деталей – Москва: Минмонтажспецстрой СССР, 1986.
- 13 Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И.Г. Старовойтова – Москва: Стройиздат, 1978. – 502 с.
- 14 Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский [и др.] – Москва: Стройиздат, 1990. – 344 с.
- 15 Отопление и вентиляция. Часть 2 Вентиляция. / Под ред. В.Н.

Богословского. – Москва: Стройиздат, 1976, – 430 с.

16 Малявина Е.Г. Теплопотери здания: справочное пособие / Е.Г. Малявина. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 136 с.

17 Внутренние санитарно-технические устройства. В 4 частях. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Книга 2. Справочник проектировщика. – Москва : Стройиздат, 1992. – 416 с.

18 Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования: учеб. пособие для вузов / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева и др. – Москва: Евроклимат, 2000. – 414 с.

19 Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»: учеб. пособие. – 2-е изд. / А.Г. Аверкин – Москва: Издательство АСВ, 2003. – 126 с.

20 Вентиляция. Отопление и вентиляция промышленного здания: учеб. метод. пособие для выполнения курсового проекта [Электронный ресурс] / сост. В.И. Панфилов, В.К. Шмидт, Г.В. Смольников. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 59 с.

21 СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности.– Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 18 с.

22 СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.— 54 с.

23 Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. / Е.М. Белова – Москва: Евроклимат, 2003. – 400 с.

24 ВИТАТЕРМ. Рекомендация по применению литых под давлением алюминиевых секционных радиаторов т.м. «FONDITAL» и «NOVA FLORIDA» новой серии S5, серий Super и Super Aleternum, итальянской компанией «FONDITAL S.p.A.», Москва – 2012.

25 Каталог Danfoss. «Регулирующие клапаны и электрические приводы». Москва – 2018.

26 Каталог Danfoss. «Радиаторные терморегуляторы и трубопроводная арматура для систем водяного отопления» VD.53.P20.50, 2018.

27 Каталог BLAUBERG Ventilatoren. Промышленная вентиляция. 2019. – 340 с.

28 Каталог PRO AQUA PIPE SYSTEMS SINCE 1997. Полипропиленовые трубы и фитинги. – Москва.

29 Арктос. Воздухораспределители компании «АРКТОС»: указания по расчету и практическому применению. - издание пятое. – М.: ОАО «Печатный двор» им. А. М. Горького, 2008.

30 СТО 4.2- 07-2014 Стандарт организации. Общие требования к построению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 30.12.2013 – Красноярск : СФУ, 2014. – 27 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ТЕПЛОВАЯ ЗАВЕСА КЭВ-1,5П1122Е



#### Описание

Компактная тепловая завеса Оптима Микро для проемов высотой до 1.5 метров.  
К корпусу завесы подключен питающий кабель длиной 1.6 метра, с евровилкой.  
Размеры корпуса 705 x 140 x 130 мм, позволяют разместить воздушно-тепловую завесу в ограниченном пространстве над окнами выдачи таможенных пунктов, охраны, пекарен, бистро, магазинов, киосков.  
Верхнее всасывание воздуха обеспечивает чистоту передней панели. Устройства управления встроены в корпус.

#### Комплектация

Воздушно-тепловая завеса Оптима Микро, паспорт.

#### Характеристики

Тепловая мощность (кВт)	1.5
Тип завесы	Офисная
Серия	100 Оптима Микро
Степень защиты	IP20
Источник тепла	электрический
Параметры питающей сети, В/Гц	220/50
Режимы мощности, кВт	1.5
Расход воздуха, м3/час	300
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	4.8
Эффективная длина струи, м	1.5
Длина, мм	705
Ширина, мм	140
Высота, мм	130
Масса, кг	5
Цвет	белый RAL 9003
Максимальный ток при номинальном напряжении, А	7,5
Потребляемая мощность двигателя, Вт	35
Звуковое давление на расстоянии 5 м, дБ (А)	45

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Техническое описание

### Клапаны терморегулятора с предварительной настройкой RTR-N и RA-NCX



#### Описание и область применения

Регулирующие клапаны RTR-N и RA-NCX предназначены для применения в двухтрубных насосных системах водяного отопления.

RTR-N и RA-NCX оснащены встроенным устройством для предварительной (монтажной) настройки его пропускной способности в рамках следующих диапазонов:

- $K_v = 0,04-0,73 \text{ м}^3/\text{ч}$  — для клапанов DN = 15 мм;
- $K_v = 0,10-1,04 \text{ м}^3/\text{ч}$  — для клапанов DN = 20 и 25 мм.

Клапаны RTR-N и RA-NCX могут сочетаться со всеми термостатическими элементами серий RTR, RTRW и RAX, а также с термoeлектрическим приводом TWA-A.

Для идентификации клапанов RTR-N и RA-NCX их защитные колпачки окрашены в красный цвет. Защитный колпачок не должен использоваться для перекрытия потока теплоносителя через отопительный прибор. Поэтому следует применять рукоятку (код-овый номер **013G3300**).

Корпуса клапанов изготовлены из чистой латуни с никелевым покрытием (RTR-N) или хромированные (RA-NCX).

#### Соответствие стандартам

Технические характеристики клапанов RTR-N и RA-NCX в комбинации с термостатическими элементами серий RTR, RTRW и RAX соответствуют европейским стандартам EN 215-1 и российскому ГОСТу 30815-2002, а размер присоединительной резьбы — стандарту HD 1215 (BS 6284 1984).

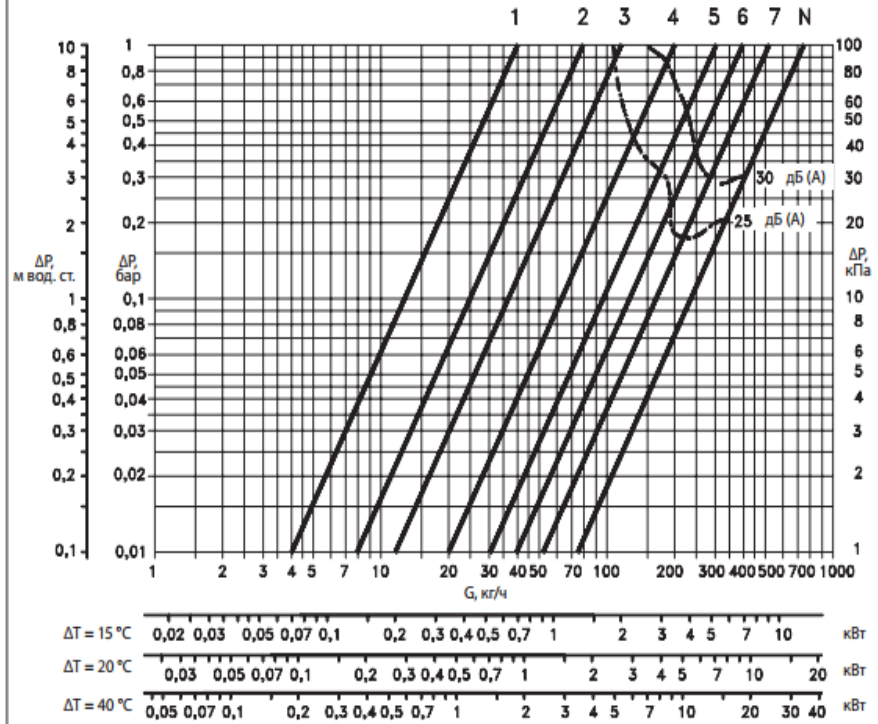
Все радиаторные терморегуляторы, выпускаемые компанией «Данфосс», производятся на заводах, имеющих сертификат качества ISO 9000 (BS 5750).

Для предотвращения отложений и коррозии клапаны терморегуляторов RTR-N и RA-NCX следует применять в системах водяного отопления, где теплоноситель отвечает требованиям Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. В других случаях необходимо обращаться в компанию «Данфосс». Не рекомендуется использовать для смазки деталей клапана составы, содержащие нефтепродукты (минеральные масла).



**Определение предварительной настройки клапанов RTR-N и RA-NCX**

Диаграмма для определения предварительной настройки клапана RTR-N 15 и RA-NCX15



Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность $K_v^{(1)}$ , $\text{m}^3/\text{ч}$ , при значениях предварительной настройки							Максимальное давление, бар		Перепад давлений <sup>(2)</sup> , бар	Макс. темп. теплоносителя, $^\circ\text{C}$	Кодовый номер	
		к трубопроводу	наружн. R (к радиатору)	с термозлементом							без т/э ( $K_{v2}$ )	рабочее				испытательное
				1	2	3	4	5	6	7						
RTR-N 15 (с внутр. резьбой)	Угловой вертикальный	1/2	1/2													013G7013
	Прямой	1/2	1/2													013G7014
	Угловой горизонтальный (УК)	1/2	1/2													013G7048
	Угловой трехосевой (правое исполнение)	1/2	1/2	0,04 (0,04)	0,09 (0,09)	0,16 (0,16)	0,25 (0,24)	0,36 (0,31)	0,43 (0,37)	0,52 (0,42)	0,73 (0,53)	0,9				013G7021
	Угловой трехосевой (левое исполнение)	1/2	1/2													013G7022

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Техническое описание

### Автоматические балансировочные клапаны АРТ DN = 15–50 мм

Описание



Балансировочные клапаны АРТ разработаны для обеспечения точного регулирования, что достигается благодаря:

- разгруженному по давлению золотнику;
- мембранному блоку, разработанному индивидуально для каждого клапана;
- точной линейной шкале настройки, которая облегчает наладку клапана;
- минимальному перепаду давлений на клапане 10 кПа, который позволяет использовать менее мощные насосы.

Клапаны АРТ применяются совместно с клапаном-партнером (рис. 1 и 2). Клапан АРТ устанавливается на обратном трубопроводе системы. Клапан-партнер устанавливается на подающем трубопроводе системы. Оба клапана соединяются с помощью импульсной трубки.

Для ограничения расхода через радиаторы системы отопления следует применять термостатические клапаны с возможностью преднастройки, при применении данного решения совместно с клапанами АРТ достигается оптимальное распределение тепла в здании.

Регулятор перепада по умолчанию настроен на поддержание перепада давлений 10 кПа, подходящего для работы систем отопления. Настройка регулятора может быть легко изменена для достижения оптимального перепада давления в конкретной системе.

Клапаны АРТ обладают такими сервисными функциями, как:

- промывка,
- перекрытие,
- слив.

Функция перекрытия отделена от функции преднастройки.

Техническое описание

Автоматические балансировочные клапаны АРТ DN = 15–50 мм

Номенклатура и кодовые номера для заказа

Балансировочные клапаны АРТ в комплекте с импульсной трубкой 1,5 м

Эскиз	DN	$K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	Подключение		Диапазон настройки ΔP, кПа	Кодовый номер
	15	1,6	Внутренняя резьба ISO 7/1	Rp ½	5–25	003Z5701
	20	2,5		Rp ¾		003Z5702
	25	4,0		Rp 1		003Z5703
	32	6,3		Rp 1¼		003Z5704
	40	10,0		Rp 1½		003Z5705
	50	16,0		Rp 2		003Z5706
	15	1,6	Внутренняя резьба ISO 7/1	Rp ½	20–60	003Z5741
	20	2,5		Rp ¾		003Z5742
	25	4,0		Rp 1		003Z5743
	32	6,3		Rp 1¼		003Z5744
40	10,0	Rp 1½		003Z5745		
	50	16,0	Rp 2	003Z5746		

## Запорный клапан CDT

Эскиз	DN	$K_{v\text{в}}$ , м <sup>3</sup> /ч	Присоединительная резьбы	Кодовый номер	
	15	1,6	Внутренняя резьба ISO 7/1	Rp 1/2	003Z7691
	20	2,5		Rp 3/4	003Z7692
	25	4,0		Rp 1	003Z7693
	32	6,3		Rp 1 1/4	003Z7694
	40	10,0		Rp 1 1/2	003Z7695

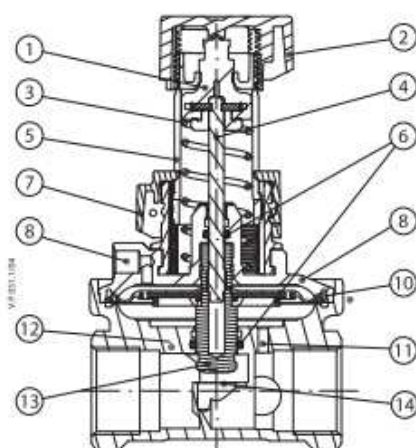
Техническое описание Автоматические балансировочные клапаны АРТ DN = 15–50 мм

## Технические характеристики

Тип	АРТ	ASV-BD	CDT/CNT
Номинальный диаметр	15–50		
Макс. рабочее давление PN, бар	16	20	16
Испытательное давление, бар	25	30	25
Перепад давлений на клапане, кПа	10–250	3–250	3–150
Протечка при перекрытии	Нет видимой протечки ISO 5208	Протечка по классу A ISO 5208	Протечка по классу D ISO 5208
Рабочая температура, °C	0...120	-20...120	-20...120
Температура транспортировки и хранения, °C	-40...70		
<b>Материалы контактирующие с водой</b>			
Корпус клапана	Латунь	DZR Латунь	Латунь
Золотник	DZR Латунь	-	Латунь
Мембрана и уплотнения	EPDM		
Пружина	Сталь	-	-
Шар	-	Хромированная латунь	-

## Устройство

### Устройство клапана АРТ



1. Направляющая пружины
2. Запорная рукоятка
3. Пружина
4. Шток регулятора перепада давления
5. Шкала настройки
6. Кольцевое уплотнение
7. Настраиваемая рукоятка
8. Точка подключения импульсной трубки
9. Крышка мембранного блока
10. Мембрана
11. Внутренний канал передачи импульса
12. Корпус клапана
13. Конус клапана, разгруженный по давлению
14. Седло

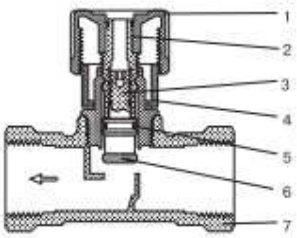

АРТ — компактный регулятор перепада давления, который гарантирует высокое качество автоматической балансировки. Инновационная конструкция и простота использования достигаются благодаря следующим свойствам:

- мембрана, встроенная в корпус клапана (12);
- удобная рукоятка настройки с возможностью блокировки (7);
- функция промывки;
- функция перекрытия;
- мембрана, разработанная под конкретный размер клапана.

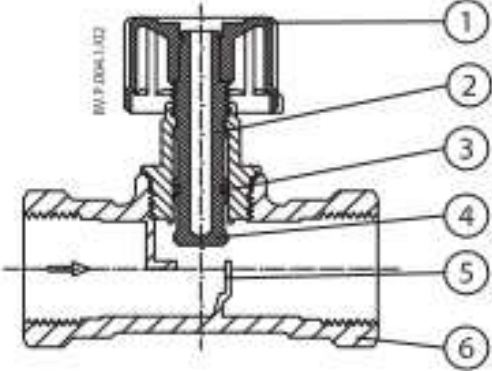
Импульс положительного давления от подающего трубопровода системы передается по импульсной трубке, присоединяемой

к штуцеру (8), в пространство над мембраной (10). Импульс отрицательного давления подается в пространство под мембраной от входного патрубка клапана (от обратного трубопровода системы) через канал передачи импульса (11). Разность этих двух давлений уравновешивается рабочей пружиной регулятора (3). Регулятор настраивается на поддержание требуемого перепада давлений путем изменения усилия сжатия пружины. Настройка производится вращением настроечной рукоятки (7): вращение по часовой стрелке увеличивает настройку, вращение против часовой стрелки уменьшает настройку. Значение настройки и процесс его изменения видны на настроечной шкале (5). Заводская настройка клапана — 10 кПа либо 30 кПа в зависимости от диапазона настройки клапана.

### Устройство клапана CNT

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запорная рукоятка</li> <li>2. Шпindelь</li> <li>3. Настраеочный шпindelь</li> <li>4. Шкала настрoйки</li> <li>5. Кольцевое уплотнение</li> <li>6. Золотник клапана</li> <li>7. Корпус клапана</li> </ol>		Шестигранный ключ											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>DN клапана</th> <th>Размер ключа, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	DN клапана	Размер ключа, мм	15	2,5	20	3	25	4	32	5
DN клапана	Размер ключа, мм												
15	2,5												
20	3												
25	4												
32	5												
40	5												

### Устройство клапана CDT

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рукоятка</li> <li>2. Шпindelь</li> <li>3. Кольцевые уплотнения</li> <li>4. Конус клапана</li> <li>5. Седло</li> <li>6. Корпус клапана</li> </ol>
---	--

Клапан CDT не оснащен устройством на-  
стройки и может быть использован только  
в качестве запорной арматуры и для присо-  
единения импульсной трубки к подающему  
трубопроводу системы. CDT может быть доу-  
комплектован измерительными ниппелями

(заказываются отдельно). Установку измери-  
тельных ниппелей на клапан CDT рекоменду-  
ется производить до его монтажа на трубо-  
провод системы, при этом строго до заполне-  
ния системы водой!

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ЗАО «Арктика»

Москва, ул. Тимирязевская, д.1, строение 4

Тел.: (495) 981-15-15, 228-77-77

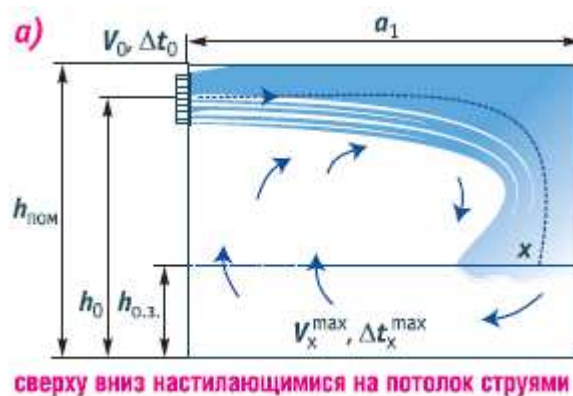
Факс: (495) 228-77-01, 482-15-64

Санкт-Петербург, Разъезжая ул., д.12, офис 43

Тел./факс (812) 325-47-15, 325-47-16



### Отчёт о подборе воздухораспределителей программой «Арктос-ВР» по представленным исходным данным



Исходные данные для расчёта.

Параметры помещения:

Помещение общественное с небольшим количеством людей и мягкой мебелью.

габариты помещения: 4.1x5.6x3.0 м

площадь помещения: 23.0 м<sup>2</sup>

объём помещения: 68.9 м<sup>3</sup>

Предельно допустимый уровень шума  $L_{pA}$ : 35 дБ(А)

координаты расчётной точки для акустики: 2.8 x 2.0 x 1.5 м

размер обслуживаемой зоны: 4.1x5.6x1.5 м

площадь обслуживаемой зоны: 23.0 м<sup>2</sup>

количество обслуживаемых зон(к-во ВР): 1

требуемые характеристики в помещении

расход воздуха: 157 м<sup>3</sup>/ч (43.7 л/с)

кратность воздухообмена: 2.3 1/ч  
скорость воздуха в обслуживаемой зоне 0.3 м/с  
температура воздуха в обслуживаемой зоне 20.0 °С  
температура воздуха на выходе из ВР 18.0 °С  
допустимое отклонение температуры 1.5 °С

Допустимые схемы воздухораспределения:  
сверху-вниз настилающимися на потолок струями  $K_n=1.0$   
горизонтальными струями выше обслуживаемой зоны  $K_n=1.0$   
Погрешность вывода результатов - 0%

**Заданным условиям отвечают следующие воздухораспределители:**

Вариант №3

*АДН 150x150* - 1 шт.

Положение регулятора: Внутренние жалюзи установлены в положение  $\alpha_2=0^\circ$   
Наружные жалюзи установлены в положение  $\alpha_1=0^\circ$   
Распределение по схеме А.

Двухрядные решетки с поворотными жалюзи 150x150

Положение регулятора на изделии:  
Внутренние жалюзи установлены в положение  $\alpha_2=0^\circ$   
Наружные жалюзи установлены в положение  $\alpha_1=0^\circ$   
(у ВР нет регулятора расхода воздуха)

Расход воздуха, приходящийся на один ВР  $L = 157 \text{ м}^3/\text{ч}$   
Потери давления на ВР  $\Delta P = 4 \text{ Па}$   
Максимальная скорость в обслуживаемой зоне  $V = 0.30 \text{ м/с}$  ( $K_n = 1.0$ )  
Максимальное отклонение температур в приточной струе от нормируемой в обслуживаемой зоне  $\Delta t=0.35^\circ\text{C}$

ВР расположен на стене 1 (4.1x3.0 м)  
на центральной оси стены (высота установки = 2.9м)

Расчёт ведётся для максимальной для этого типоразмера высоте  $h = 2.92\text{м}$

Расчётная длина струи при входе её в обслуживаемую зону:  $x = 7.1 \text{ м}$  (на расстоянии 5.6 м по горизонтали от стены, у которой установлен ВР)

Для данного воздухораспределителя акустические характеристики пока не получены.

Не соблюдаются условия развития струи (по рекомендациям Гримитлина) на 39%.

При не соблюдении рекомендаций более, чем на 30%, возможны застойные зоны.

Рекомендуется изменить число ВР или выбрать другой тип ВР

Решетки АДН, АДР, АДН-К, АДР-К предназначены для подачи и удаления воздуха в жилых, административных, общественных и производственных помещениях. Двухрядные решетки АДН, АДН-К снабжены индивидуально регулируемыми жалюзи для изменения направления и (или) характеристик приточной струи.



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

### Решетки АМН, АМР-М, АДН, АДР-М (Арктос)

[Размеры](#) | [Данные для подбора решеток](#)



Решетки АМН, АДН, АМР-М, АДР-М предназначены для подачи и удаления воздуха в помещения.

Однорядные решетки АМН и двухрядные АДН изготовлены из алюминия и снабжены индивидуально регулируемыми жалюзи для изменения направления и (или) характеристик приточной струи.

Для АМН, АМР-М угол наклона жалюзи -  $\alpha_1$ . Для АДН, АДР-М угол наклона внутреннего ряда жалюзи -  $\alpha_2$ , угол наклона наружного ряда жалюзи -  $\alpha_1$ . Жалюзи устанавливаются в пластиковые втулки, которые облегчают их поворот при регулировании.

Решетки АМР-М и АДР-М оснащены интегрированными в корпус решетки регуляторами расхода воздуха. Регулирование расхода воздуха осуществляется с помощью флажкового механизма поворота жалюзи регулятора вручную без использования инструмента. С целью удобства установки решетки могут дополнительно комплектоваться монтажной рамой.

Настенный монтаж производится с помощью пружинных фиксаторов. Потолочный монтаж рекомендуется производить с помощью самонарезающих винтов.

Решетки окрашиваются методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016). При изготовлении продукции на заказ возможна окраска в любой цвет по каталогу [RAL](#) или [текстурирование](#).

Минимальный размер решетки 100 x 100 мм, максимальный 1200 мм по одной из сторон, шаг 50 мм, также возможно изготовление под заказ решеток с нестандартным шагом.

При размере А (В) > 500 мм устанавливается перемычка для обеспечения прочности конструкции.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ЗАО «Арктика»

Москва, ул. Тимирязевская, д.1, строение 4

Тел.: (495) 981-15-15, 228-77-77

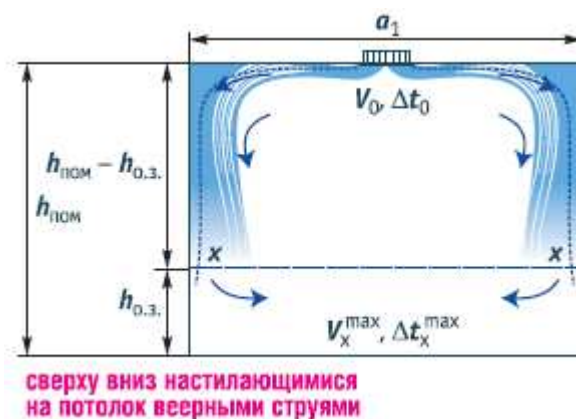
Факс: (495) 228-77-01, 482-15-64

Санкт-Петербург, Разъезжая ул., д.12, офис 43

Тел./факс (812) 325-47-15, 325-47-16



### Отчёт о подборе воздухораспределителей программой «Арктос-ВР» по представленным исходным данным



Исходные данные для расчёта.

Параметры помещения:

Помещение общественное с небольшим количеством людей и мягкой мебелью.

габариты помещения: 10.7x11.5x3.0 м

площадь помещения: 123.1 м<sup>2</sup>

объём помещения: 369.1 м<sup>3</sup>

Предельно допустимый уровень шума  $L_{pA}$ : 35 дБ(А)

координаты расчётной точки для акустики: 5.8 x 5.3 x 2.0 м

размер обслуживаемой зоны: 5.1x6.0x2.0 м

площадь обслуживаемой зоны: 30.8 м<sup>2</sup>

количество обслуживаемых зон(к-во ВР): 4

требуемые характеристики в помещении

расход воздуха: 728 м<sup>3</sup>/ч (202.2 л/с)



кратность воздухообмена: 2.0 1/ч  
скорость воздуха в обслуживаемой зоне 0.3 м/с  
температура воздуха в обслуживаемой зоне 20.0 °С  
температура воздуха на выходе из ВР 18.0 °С  
допустимое отклонение температуры 1.5 °С

Допустимые схемы воздухораспределения:

сверху-вниз коническими, компактными и неполными веерными струями  
 $K_n=1.0$

сверху-вниз свободными и настилающимися веерными струями  $K_n=1.0$

сверху-вниз комбинированными струями  $K_n=1.0$

Погрешность вывода результатов - 0%

**Заданным условиям отвечают следующие воздухораспределители:**

Вариант №26

*ДПУ-М 125* - 4 шт.

Положение регулятора:  $b=0,15A$

Распределение по схеме Д.

Универсальные диффузоры 125

Положение регулятора на изделии:  $=0,15A$

(у ВР нет регулятора расхода воздуха)

Расход воздуха, приходящийся на один ВР  $L = 182 \text{ м}^3/\text{ч}$

Потери давления на ВР  $\Delta P = 41 \text{ Па}$

Максимальная скорость в обслуживаемой зоне  $V = 0.06 \text{ м/с}$  (при отсутствии настилающейся поверхности - потолка  $V = 0.04 \text{ м/с}$ ) ( $K_n = 1.0$ )

Максимальное отклонение температур в приточной струе от нормируемой в обслуживаемой зоне  $\Delta t=0.03^\circ\text{C}$  (при отсутствии настилающейся поверхности - потолка  $\Delta t=0.02^\circ\text{C}$ )

ВР расположен на потолке (6.0x5.1 м)

в центре (высота установки = 3.0м)

Расчётная длина струи при входе её в обслуживаемую зону:  $x = 3.8 \text{ м}$  (на расстоянии 2.8 м по горизонтали от места установки ВР)

Для данного воздухораспределителя акустические характеристики пока не получены.

Не соблюдаются условия развития струи (по рекомендациям Гримитлина) на 68%.

При не соблюдении рекомендаций более, чем на 30%, возможны застойные

зоны.

Рекомендуется изменить число ВР или выбрать другой тип ВР

Диффузоры ДПУ-М круглой формы предназначены для подачи и удаления воздуха системами вентиляции и кондиционирования в жилых, административных, общественных и производственных помещениях. Могут также использоваться в качестве запорного клапана при отключении системы вентиляции или отдельных ее участков.



СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

### Диффузоры универсальные ДПУ-М (Арктос)

[Характеристики](#) | [Данные для подбора диффузоров](#)



Диффузоры ДПУ-М круглой формы предназначены для подачи и удаления воздуха системами вентиляции и кондиционирования в жилых, административных, общественных и производственных помещениях.

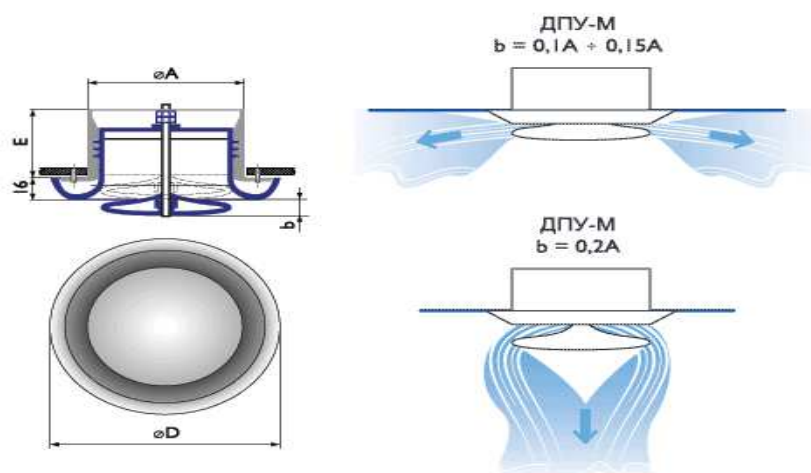
ДПУ-М может также использоваться в качестве запорного клапана при отключении системы вентиляции или отдельных ее участков. Диффузор ДПУ-М состоит из корпуса, присоединительного патрубка и подвижного обтекателя.

В диффузорах ДПУ-М при перемещении обтекателя с закручивателем соответственно вдоль оси корпуса изменяются вид формируемой приточной струи (от вертикальной смыкающейся конической до горизонтальной веерной) и ее дальность, что позволяет реализовать посезонное регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Дальность приточной струи зависит от типа конструкции подвижной части и ее положения относительно корпуса диффузора.

Материал – полипропилен белого цвета – выдерживает температуру до +70°C, стоек к большинству агрессивных веществ, при горении не опасен, не выделяет токсичных газов, только деформируется и не воспламеняется.

Монтаж осуществляется с помощью присоединительного патрубка, который крепится на самонарезающих винтах к стенкам воздуховода или к подшивному потолку.



#### Характеристики диффузоров ДПУ-М

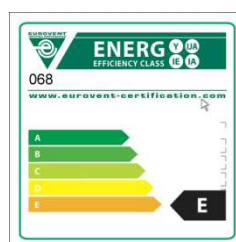
Тип диффузора	A, мм	D, мм	E, мм	Вес не более, кг
ДПУ-М 100	100	150	55	0.20
ДПУ-М 125	125	170	55	0.25
ДПУ-М 160	160	215	60	0.35
ДПУ-М 200	200	258	60	0.45
ДПУ-М 250	250	308	60	0.66

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

WESPER  
WinClim II  
Версия 2.0.81

### Технические данные

Типоразмер	PR 090	Корпус	
Расход приточ. возд. вн.	8874 м <sup>3</sup> /h	Толщина мет. листа	1.0 мм нар. / 0.8 мм
Тип агрегата	2.46 м <sup>3</sup> /s	Внутр. лист	Оцинков. сталь
покрытием	Внутрен. установки	Наруж. лист	С эмалевым
Высота над ур.м.	0 м	Крепеж	Оцинков. сталь
Velocity in air tunnel кг/м <sup>3</sup> )	2.56 м/s	Изоляция	Минерал. вата (35 / 50 мм

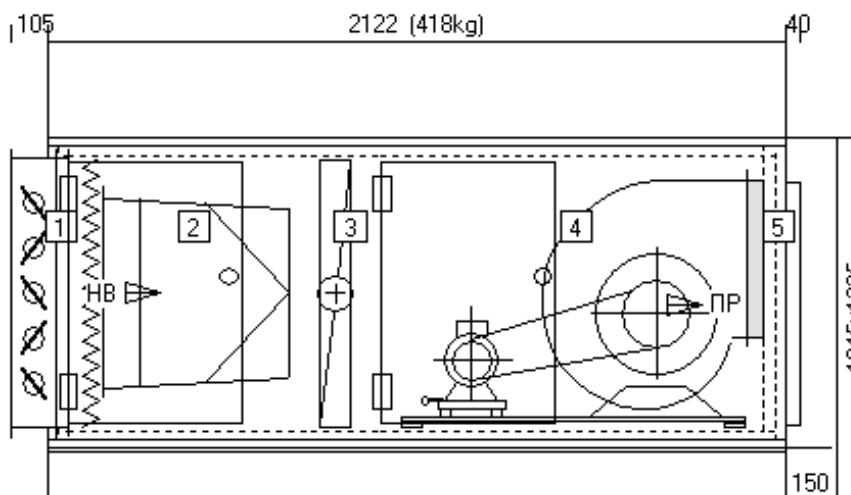


Energy Efficiency Class : E

Классификация по EN 1886

Прочность корпуса : класс 2A - D1 (PR & TR)  
Герметич. Корпуса : класс B/B - L2/L2 (PR & TR)  
Утечки на фильтре : класс F9 (PR & TR)  
07.01.337(TR)

Теплоизоляция : класс T2(PR) / T4(TR)  
Тепловые мостики : класс TB2(PR) / TB3(TR)  
Сертификат EUROVENT № 04.12.068(PR) /



Вид сбоку

Агрегат в комплекте с Опорн. рама выс.150 мм (оцинков. сталь)

**Торговая цена: 5646 Euro**

**Транспорт. Секция 1** Длина: 2122 mm Вес: 418 kg

**(1) Секция смешения**

<i>Наружный воздух</i>		<i>Наруж. клапан на полную фронт. панель</i>		<i>Стандарт.</i>	
Мак. расх. возд.	8874	m <sup>3</sup> /h	Падение давления	10	Pa
Nm	2.46	m <sup>3</sup> /s	Крут. момент	7.4	

**(2) Фильтр**

<i>Характеристики</i>		<i>с</i>		<i>Дверца</i>	
<i>Тип</i>		<i>Производительность</i>		<i>Размер и кол-во</i>	
Тип	Синт. префильтр и карманный ф.	Расход воздуха	8874	m <sup>3</sup> /h	592 x 592
Класс	G4/F5	Конеч. давление	2.465	m <sup>3</sup> /s	2/2
Площадь поверх.	0.743	Расчет. давление	350	Pa	
			266	Pa	

**(3) Воздуонагреватель**

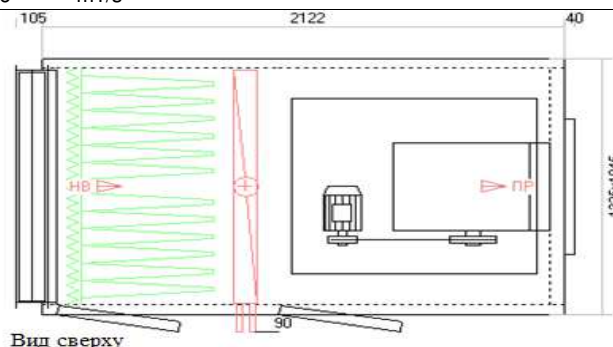
<i>Характеристики</i>		<i>с</i>		<i>Дверца</i>		<i>Производительность</i>		<i>Энергоноситель</i>	
Тип	Теплообменник	Расход воздуха	8874	m <sup>3</sup> /h	Тип	Вода			
Материал	Сu/Al	%	2.465	m <sup>3</sup> /s	Глицоль	0			
Фронт. скорость	3.3	m/s	Вход. воздух	0/75	°C/%r.Н.	t вход./выход.	80/60		
°C			Выход. воздух	18/28	°C/%r.Н.	Расход	1848		
Площадь поверхн.	0.74	m <sup>2</sup>	Коеф. безопасн.	35	%	Скорость	2.1		
l/h			Полная произв.	42	kW	Потеря напора	65.6		
Ряды/ходы	1/4		Падение давл.	26	Pa	Мин. температ.	0		
m/s									
Расст. м. ребр.	2.5	mm							
kPa									
Соединения	DN25								
°C									

**(4) Приточный вентилятор**

<i>Вентилятор</i>		<i>с</i>		<i>Дверца</i>		<i>Производительность</i>			
Типоразмер	ADH 355 L	Rated Power	4	kW	Расход воздуха	8874			
m <sup>3</sup> /h		Напряжение	230/400V-3ph-50Hz		2.465				
Стандарт	Стандарт	Класс защиты	IP55 Стандарт		Пад. давл. в агр.	302			
m <sup>3</sup> /s		Тепловая защита	PTO		Внешнее давление	300			
Лопатки	Загн. вперед	Rated Speed	1440	об/мин	Динам. давление	86			
Pa		Rated Current	8.2	A	Общее давление	688			
Виброизоляторы	Резиновые	Потреб. мощность	3.71	kW					
Pa		SFP4	1505	W/(m <sup>3</sup> /s)					
Скорость	1112	об/мин							
Pa									
Эффективность	64	%							
Pa									
Shaft power	2.66	kW							
<i>Уровень шума</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Полн.
Lw воздухов. вверх по п.	80 dB	87 dB	82 dB	79 dB	79 dB	77 dB	75 dB	70 dB	84 dB(A)
Lw воздухов. вниз по п.	80 dB	87 dB	83 dB	79 dB	79 dB	77 dB	75 dB	70 dB	84 dB(A)
Lw корпуса	64 dB	68 dB	57 dB	54 dB	50 dB	51 dB	43 dB	31 dB	58 dB(A)
Lp*	47 dB	51 dB	40 dB	37 dB	33 dB	34 dB	26 dB	14 dB	41 dB(A)
Lw Наружный воздух	79.2 dB	84.6 dB	78.6 dB	76.1 dB	76.1 dB	73.9 dB	71.1 dB	65.6 dB	81 dB(A)
Lw Приточный воздух	80 dB	87 dB	83 dB	79 dB	79 dB	77 dB	75 dB	70 dB	84 dB(A)

**(5) Выход воздуха**

<i>Приточный воздух</i>	
Мак. расх. возд.	8874 m <sup>3</sup> /h
	2.46 m <sup>3</sup> /s



**WESPER**  
**WinClim II**  
**Версия 2.0.81**

**Технические данные**

<i>Типоразмер</i>	PR 090	<i>Корпус</i>	
<i>Расход возд. возд. вн.</i>	8868 м <sup>3</sup> /h	<i>Толщина мет. листа</i>	1.0 мм нар. / 0.8 мм
<i>Тип агрегата покрытием</i>	2.46 м <sup>3</sup> /s	<i>Внутр. лист</i>	Оцинков. сталь
<i>Высота над ур.м.</i>	Внутрен. установки	<i>Наруж. лист</i>	С эмалевым
<i>Velocity in air tunnel кг/м<sup>3</sup>?)</i>	0 м	<i>Крепеж</i>	Оцинков. сталь
	2.56 м/s	<i>Изоляция</i>	Минерал. вата (35 / 50 мм)

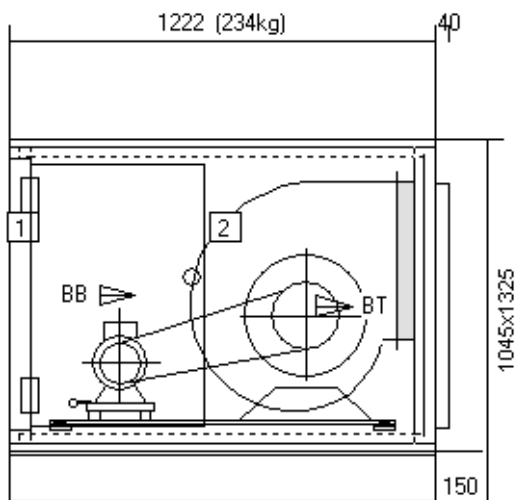
*Energy Efficiency Class : <E*



*Классификация по EN 1886*

*Прочность корпуса : класс 2A - D1 (PR & TR)*  
*Герметич. Корпуса : класс B/B - L2/L2 (PR & TR)*  
*Утечки на фильтре : класс F9 (PR & TR) 07.01.337(TR)*

*Теплоизоляция : класс T2(PR) / T4(TR)*  
*Тепловые мостики : класс TB2(PR) / TB3(TR)*  
*Сертификат EUROVENT № 04.12.068(PR) /*



Вид сбоку

Агрегат в комплекте с Опорн. рама выс.150 мм (оцинков. сталь)

**Торговая цена: 3061 Euro**

**Транспорт. Секция 1** \_\_\_\_\_ Длина: 1222 mm Вес: 234 kg

**(1) Забор воздуха**

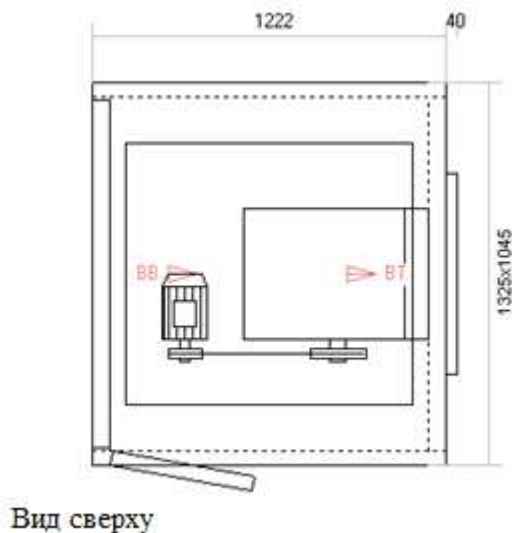
<i>Возвратный воздух Полное отверстие во фронт. панели</i>		
Мак. расх. возд.	8868	m <sup>3</sup> /h
	2.46	m <sup>3</sup> /s

**(2) Вытяжной вентилятор**

<i>Вентилятор</i>		<i>с Дверца</i>			<i>Производительность</i>				
Типоразмер	ADH 355 L	Rated Power	3	kW	Расход воздуха		8868		
m <sup>3</sup> /h	Стандарт	Напряжение	230/400V-3ph-50Hz		2.463				
	m <sup>3</sup> /s								
Лопатки	Загн. вперед	Класс защиты	IP55 Стандарт		Пад. давл. в агр.		10		
Pa									
Виброизоляторы	Резиновые	Тепловая защита	PTO		Внешнее давление		400		
Pa									
Скорость	920	об/мин	Rated Speed	1420	об/мин	Динам. давление		86	
Pa									
Эффективность	64	%	Rated Current	6.4	A	Общее давление		496	
Pa									
Shaft power	1.92	kW	Потреб. мощность	2.75	kW				
			SFP3	1116	W/(m <sup>3</sup> /s)				
<i>Уровень шума</i>									
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Полн.
Lw воздухов. вверх по п.	78 dB	84 dB	77 dB	78 dB	76 dB	76 dB	73 dB	68 dB	82 dB(A)
Lw воздухов. вниз по п.	77 dB	83 dB	77 dB	78 dB	76 dB	76 dB	73 dB	68 dB	82 dB(A)
Lw корпуса	62 dB	65 dB	52 dB	53 dB	47 dB	50 dB	41 dB	29 dB	56 dB(A)
Lp*	45 dB	48 dB	35 dB	36 dB	30 dB	33 dB	24 dB	12 dB	39 dB(A)
Lw Возвратный воздух	78 dB	84 dB	77 dB	78 dB	76 dB	76 dB	73 dB	68 dB	82 dB(A)
Lw Вытяжной воздух	76.9 dB	82.9 dB	76.9 dB	77.9 dB	75.9 dB	75.9 dB	72.9 dB	67.9 dB	82 dB(A)
*Ур. зв. давл.. рассч. на расст. 2м в усл. св. простр.									

**(3) Выход воздуха**

<i>Вытяжной воздух</i>		
Мак. расх. возд.	8868	m <sup>3</sup> /h
	2.46	m <sup>3</sup> /s



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### SYSPLIT WALL SMART 09 V2 HP Q

Элегантный и индивидуальный дизайн. Инновационная конструкция внутреннего блока. Уникальный легкоъемный фильтр. Наивысшая энергоэффективность класса А. Антикоррозийное покрытие теплообменника.



 Охлаждающая способность: **2.64 кВт**

#### Основные характеристики

Хладагент:	R410A
Электропитание:	220-240/1/50 Вт/Ф/Гц
Холодопроизводительность:	9 000 Btu/ч
Холодопроизводительность:	2,64 кВт
Потребляемая мощность:	822 Вт
Рабочий ток:	3,60 А
Теплопроизводительность:	9 500 Btu/ч
Теплопроизводительность:	2,78 кВт
Потребляемая мощность:	771 Вт
Рабочий ток:	3,40 А
EER/COP:	3,21 A/3,61 A
Компрессор:	GMCC/Ротационный

#### Внутренний блок:

Расход воздуха (выс/ср/низ):	505/452/400 м <sup>3</sup> /ч
Уровень шума (выс/ср/низ):	38/34/28 дБ (А)
Габариты блока без упаковки (ДхШхВ):	717x193x302 мм
Масса блока без упаковки:	8,0 кг
Масса блока с упаковкой :	10,3 кг
Габариты блока с упаковкой (ДхШхВ):	785x375x285 мм

## Наружный блок:

Уровень шума:	53 дБ (А)
Габариты блока без упаковки (ДхШхВ):	700x275x550 мм
Масса блока без упаковки:	26,4 кг
Масса блока с упаковкой:	28,6 кг
Габариты блока с упаковкой (ДхШхВ):	815x325x615 мм
Количество хладагента:	0,73 кг
Диаметр соединений: жидкостная линия:	6.35 (1/4") мм (дюйм)
Диаметр соединений: газовая линия:	9.52 (3/8") мм (дюйм)
Диаметр соединений Дренаж:	16 мм
Сечение кабелей Вводной:	3x1,5 пжмм <sup>2</sup>
Сечение кабелей Межблочной:	5x1,5 пжмм <sup>2</sup>
Максимальная длина магистрали:	20 м
Максимальный перепад высот:	8 м
Температура внутри помещения:	Охлаждение +17...+32°C / Обогрев 0...+30°C
Наружная температура:	Охлаждение +18...+43°C / Обогрев -7...+24°C

## SYSPLIT WALL SMART 18 V2 HP Q

 Охлаждающая способность: 5,28 кВт

### Основные характеристики

Хладагент:	R410A
Электропитание:	220-240/1/50 Вт/ФГц
Холодопроизводительность:	18 000 Вт/ч
Холодопроизводительность:	5,28 кВт
Потребляемая мощность:	1 643 Вт
Рабочий ток:	7,10 А
Теплопроизводительность:	19 000 Вт/ч
Теплопроизводительность:	5,57 кВт
Потребляемая мощность:	1 543 Вт
Рабочий ток:	6,70 А
EER/COP:	3,21 A/3,61 A
Компрессор:	GMCC/Ротационный



### Внутренний блок:

Расход воздуха (выс/ср/низ):	900/757/611 м³/ч
Уровень шума (выс/ср/низ):	44/37/30 дБ (А)
Габариты блока без упаковки (ДхШхВ):	964x222x325 мм
Масса блока без упаковки:	11,5 кг
Масса блока с упаковкой :	15,2 кг
Габариты блока с упаковкой (ДхШхВ):	1045x405x305 мм

### Наружный блок:

Уровень шума:	57 дБ (А)
Габариты блока без упаковки (ДхШхВ):	770x300x555 мм
Масса блока без упаковки:	37,7 кг
Масса блока с упаковкой:	40,0 кг
Габариты блока с упаковкой (ДхШхВ):	900x348x615 мм
Количество хладагента:	1,20 кг
Диаметр соединений: жидкостная линия:	6.35 (1/4") мм (дюйм)
Диаметр соединений: газовая линия:	12.7 (1/2") мм (дюйм)
Диаметр соединений Дренаж:	16 мм
Сечение кабелей Вводной:	3x1,5 п*мм²
Сечение кабелей Межблочной:	5x1,5 п*мм²
Максимальная длина магистрали:	25 м
Максимальный перепад высот:	10 м
Температура внутри помещения:	Охлаждение +17...+32°C / Обогрев 0...+30°C
Наружная температура:	Охлаждение +18...+43°C / Обогрев -7...+24°C

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План 1-го этажа на отм. 0.000, экспликация помещений	
3	План 2-го этажа на отм. +3.300, экспликация помещений	
4	План подвала на отм. -2.390; Узел регулирования 1, спецификация оборудования узла регулирования 1; Схема ТС1	
5	Система отопления 1; Узел 2	
6	Схема П1; КСД	
7	Схемы В1, В2, В3, В4; Узел прохода	

Основные показатели по рабочим чертежам марки ОВ

Наименование здания (сооружения), помещения	Объем, м³	Периоды года при tн, С	Расход теплоты, Вт				Расход холода, Вт	Уст. мощность электродвиг., кВт
			на отопление	на вентиляцию	на гор. вод-ные	общий		
Административное здание	7128	Холодный -37	57890	162820		220710		7,318
Кабинет директора	77,4	Теплый 27				2028		
Конференц-зал	127,8	Теплый 27				4088		

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	<u>Ссылочные документы</u>	
Серия 5.904-45	Узлы прохода вентиляционных вытяжных шахт через покрытия зданий	
Серия 5.904-51	Изделия и узлы инженерного оборудования, вентили и дефлекторы вентиляционных систем	
Каталог Danfoss	Регулирующие клапаны и электрические приборы	
Каталог Danfoss	Радиаторные терморегуляторы и трубопроводная арматура для систем водяного отопления	
Каталог PRO AQUA	Полипропиленовые трубы и фитинги	
Каталог Арктос	Воздухораспределители компании "Арктос", указания по расчету и практическому применению	
BLAUBERG	Каталог вентиляционного оборудования	
	<u>Прилагаемые документы</u>	
БР 08.03.01.00.05 - 2019 ОВ	Расчетно-пояснительная записка	

Общие указания

Рабочий проект разработан на основании задания на проектирование, архитектурно-строительных и технологических чертежей и в соответствии с действующими нормами и правилами:  
 -СП 131.13330-2012 "Строительная климатология";  
 -СП 60.13330.2012 - "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха";  
 -СП 44.13330-2011 "Административные и бытовые здания";  
 -СП 118.13330.2012\* - "Общественные здания и сооружения";  
 -ГОСТ 30494-2011 - "Здания жилые и общественные";  
 -СП 50.13330.2012 - "Тепловая защита зданий";  
 -СП 73.13330.2012 - "Внутренние санитарно-технические системы зданий";  
 -СП 7.13130-2013 "Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности".

Расчетные параметры наружного воздуха приняты:  
 -температура воздуха в холодный период года tн.хол. = -37 С;  
 -температура воздуха в теплый период года tн.тепл. = +23 С;  
 -средняя температура отопительного периода tот. = -6,7 С;  
 -продолжительность отопительного периода zот. = 233 сут.  
 Расчетная температура внутреннего воздуха в помещении представлена в расчетно-пояснительной записке.  
 Источник теплоснабжения - ТЭЦ.  
 Расчетное давление в сети: P1=6 кгс/см², P2=4 кгс/см².  
 Теплоноситель - вода с температурой 150/70 С.  
 Схема подключения в сети - независимая.

Отопление

Теплоноситель - вода с температурой 80/60 С.  
 Рабочее давление 0,11 МПа.  
 Испытание системы отопления должно быть равным 1,5 рабочего при гидростатическом методе, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы.  
 Трубы из полипропилена PN 25 PRO AQUA.  
 Трубопроводы систем отопления и теплоснабжения покрыть теплоизоляционным слоем K-Flex ST.  
 Трубопроводы в местах пересечения перегородок и других ограждений следует прокладывать в стальных гильзах с набивкой из минераловаты.  
 В помещениях используются радиаторы Calidor Super Aleternum 500/100 фирмы Fondital.

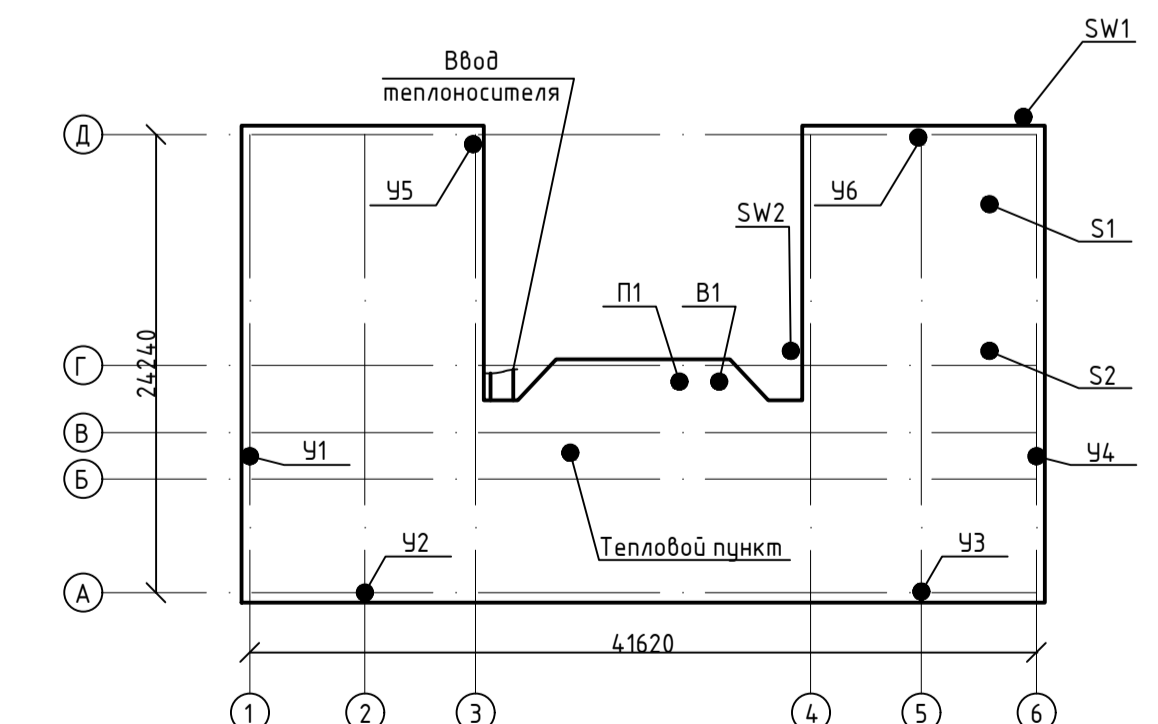
Вентиляция

Для поддержания в помещении допустимых параметров внутреннего воздуха в здании запроектирована общеобменная приточная и вытяжная система вентиляции с механическим побуждением.  
 Воздухообмен определен расчетом, по нормируемой кратности и нормам воздухообмена.  
 Вентиляционное оборудование - оборудование фирмы BLAUBERG, ARKTOC, Wesper.  
 Воздуховоды из оцинкованной стали по ГОСТ 19904-90\*, в санузлах - круглого сечения. Соединение фланцевое для прямоугольных воздуховодов и ниппельное - для круглых.  
 Герметизацию соединений воздуховодов и трубопроводов выполнять согласно ВСН 279-85 "Инструкция по герметизации вентиляционных и санитарно-технических систем". Согласно стандарту "Evrovent" класс герметичности воздуховодов общеобменных систем вентиляции - "А".  
 Монтаж систем отопления и вентиляции выполняется в соответствии с СП 73.13330.2012 " Внутренние санитарно-технические системы зданий"

Характеристика систем

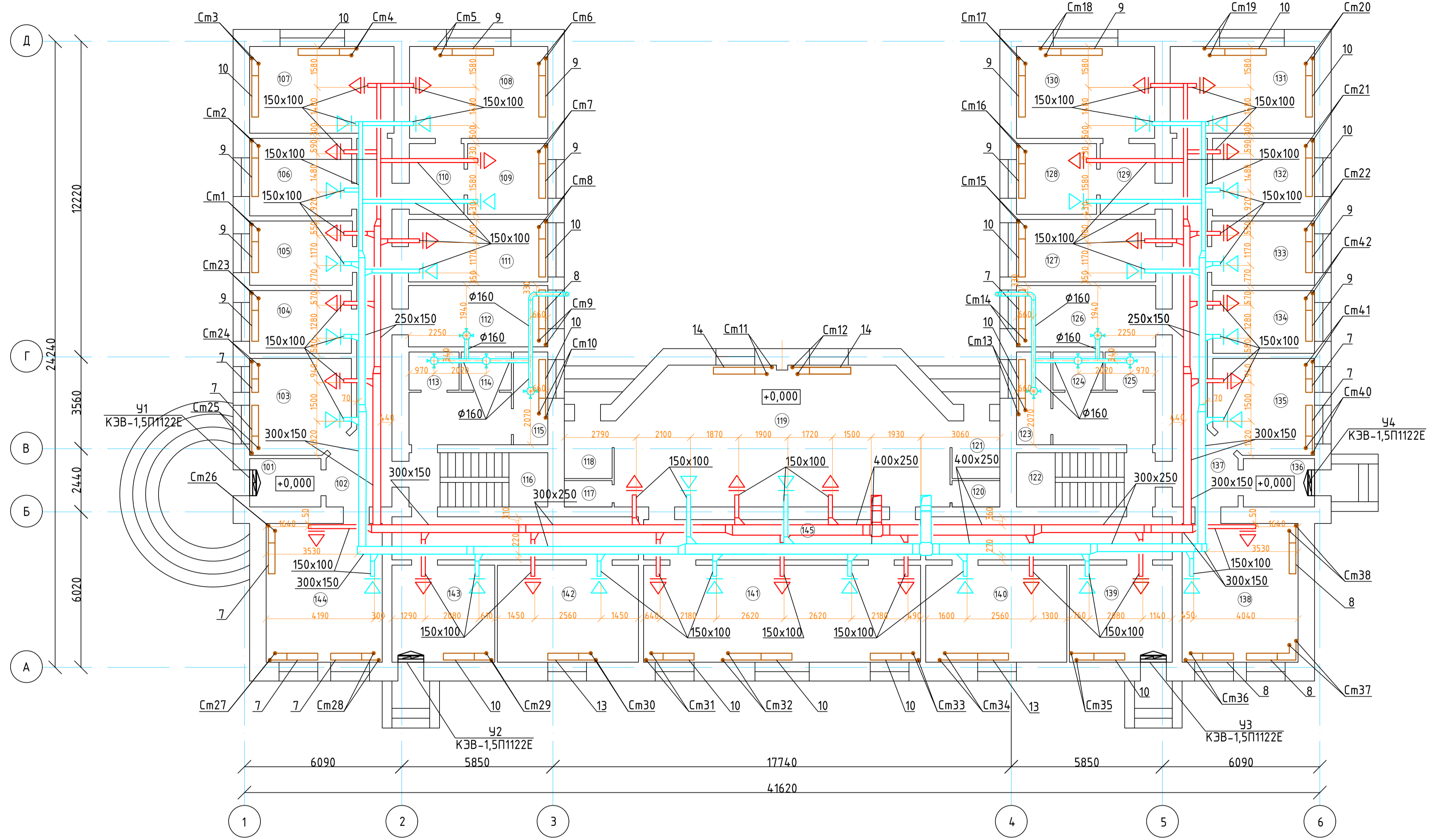
Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки	Вентилятор				Электродвигатель		Воздуонагреватель				Фильтр				Воздухоохладитель				Примечание													
				тип, исполнение по взрывозащите	№	Схема исполнения	Положение	L, м³/ч	P, Па	п, об/мин	Тип, исполнение по взрывозащите	N, кВт	п, об/мин	Тип	№	Кол.	T-ра нагрева, С	Расход теплоты, Вт	P, кПа	Тип	Класс		Кол.	P, Па	Концентрация, мг/м³	Тип	№	Кол.	t-ра охлаждения, С	Расход холода, Вт	P, Па				
П1	1	Административное здание	Внутр. установка							IP55	4	1440	Тепло-обменник	1	-37	18	162820	65,6	Синт. карманный	G4 F5	1	1	266												
В1	1	Административное здание	Внутр. установка							IP55	3	1420																							
В2	1	Помещение 112-115	Канальная							IP44	0,036																								
В3	1	Помещение 123-126	Канальная							IP44	0,036																								
В4	1	Помещение 216	Канальная							IP44	0,036																								
У1-У6	6	Административное здание	КЗВ-15П1122E							IP20	0,035		Электрический	6																					
S1	1	Помещение 215	СЫСPLIT WS09V2HPQ																						27	23	2028								
S2	1	Помещение 218	СЫСPLIT WS18V2HPQ																						27	23	4088								

План-схема М 1:400



БР 08.03.01.00.05 - 2019 ОВ												
ИСИ СФУ												
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск				Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Михайлова				БР				1	7	
Проверил		Панфилов				Общие данные				ИСЗС		
Н. контр.		Панфилов										
Зав. кафедр.		Матюшенко										

План 1-го этажа на отметке +0.000



Экспликация помещений

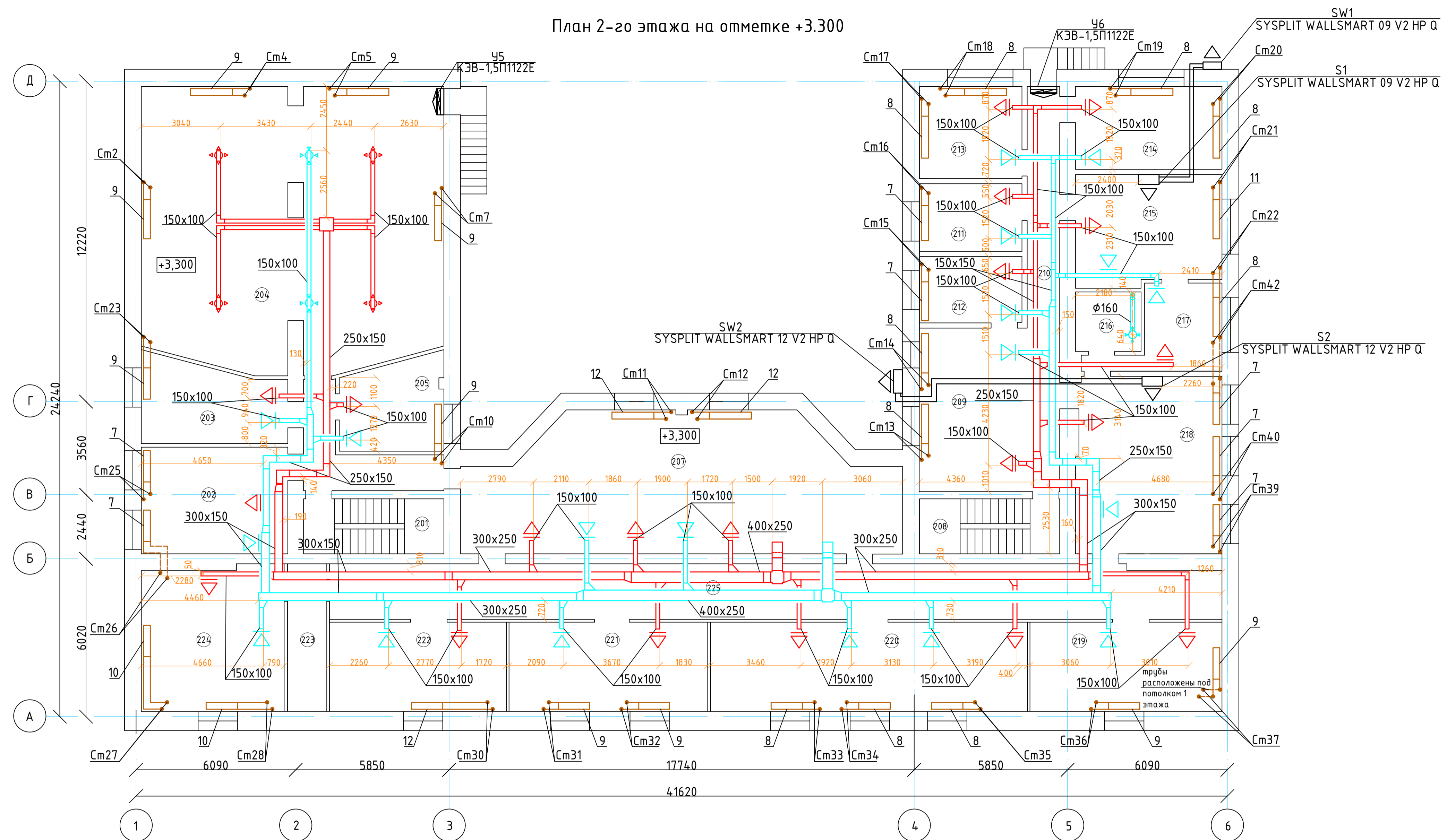
Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
101	Тамбур	4,5
	Коридор	22,7
103	Пост охраны	14,2
104	Касса	9,6
105	Кабинет	9,9
106	Кабинет	11,8
107	Кабинет	18,5
108	Кабинет	19,0
109	Кабинет	8,9
110	Тамбур	5,8
111	Отдел кадров	11,53
112	Санузел	15,07
113	Санузел	2,4
114	Санузел	2,3
115	Санузел	12,9

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
116	Лестница	11,2
117	Службное помещение	2,3
118	Тамбур	4,12
119	Буфет	54,97
120	Службное помещение	2,3
121	Тамбур	4,12
122	Лестница	11,2
123	Санузел	12,9
124	Санузел	2,3
125	Санузел	2,4
126	Санузел	15,07
127	Кабинет	11,53
128	Кабинет	8,9
129	Тамбур	5,8
130	Кабинет	19,0

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
131	Кабинет	18,5
132	Кабинет	11,8
133	Кабинет	9,9
134	Кабинет	9,6
135	Пост охраны	14,2
136	Тамбур	4,5
137	Коридор	22,7
138	Кабинет	24,1
139	Кабинет	15,0
140	Кабинет	20,5
141	Кабинет	40,2
142	Кабинет	20,5
143	Кабинет	15,0
144	Кабинет	24,1
145	Коридор	50,4

					БР 08.03.01.00.05 - 2019 0В						
					ИСИ СФУ						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				Стация	Лист	Листов
Разработ.	Михайлова					Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			БР	2	7
Проверил	Панфилов					План 1-го этажа на отм. 0.000, экспликация помещений			ИСЗС		
Н. контр.	Панфилов										
Зав. кафедр.	Матюшенко										

План 2-го этажа на отметке +3.300



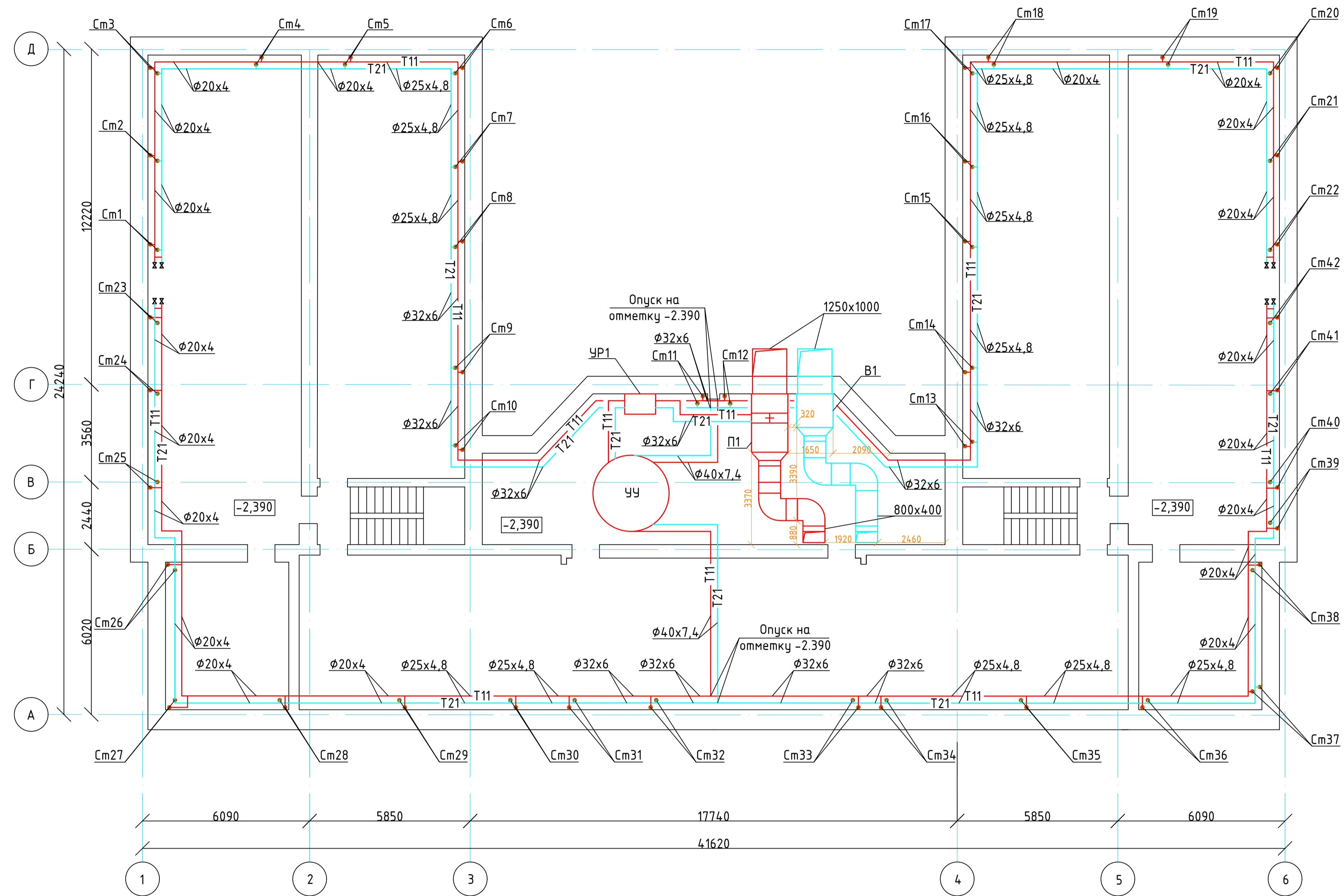
Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
201	Лестница	11,2
	Кабинет	22,7
203	Кабинет	16,1
204	Холл	122,5
205	Кабинет	13,3
206	Коридор	10,7
207	Строительный отдел	79,5
208	Лестница	11,2
209	Приемная	33,3
210	Коридор	11,5
211	Помещение директора	10,07
212	Кабинет	9,8
213	Кабинет финансистов	13,7

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
214	Кабинет экономистов	17,6
215	Кабинет директора	25,8
216	Санузел директора	5,6
217	Кадровый отдел	9,9
218	Конференц-зал	42,6
219	Кабинет	24,9
220	Кабинет	41,1
221	Кабинет	25,7
222	Кабинет	22,9
223	Коридор	8,4
224	Кабинет	29,9
225	Коридор	68,0

БР 08.03.01.00.05 - 2019 0В					
ИСИ СФУ					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Михайлова				
Проверил	Панфилов				
Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			Стандия	Лист	Листов
			БР	3	7
План 2-го этажа на отм. +3.300, экспликация помещений			ИСЗС		
Н. контр.	Панфилов				
Зав. кафедр.	Матюшенко				

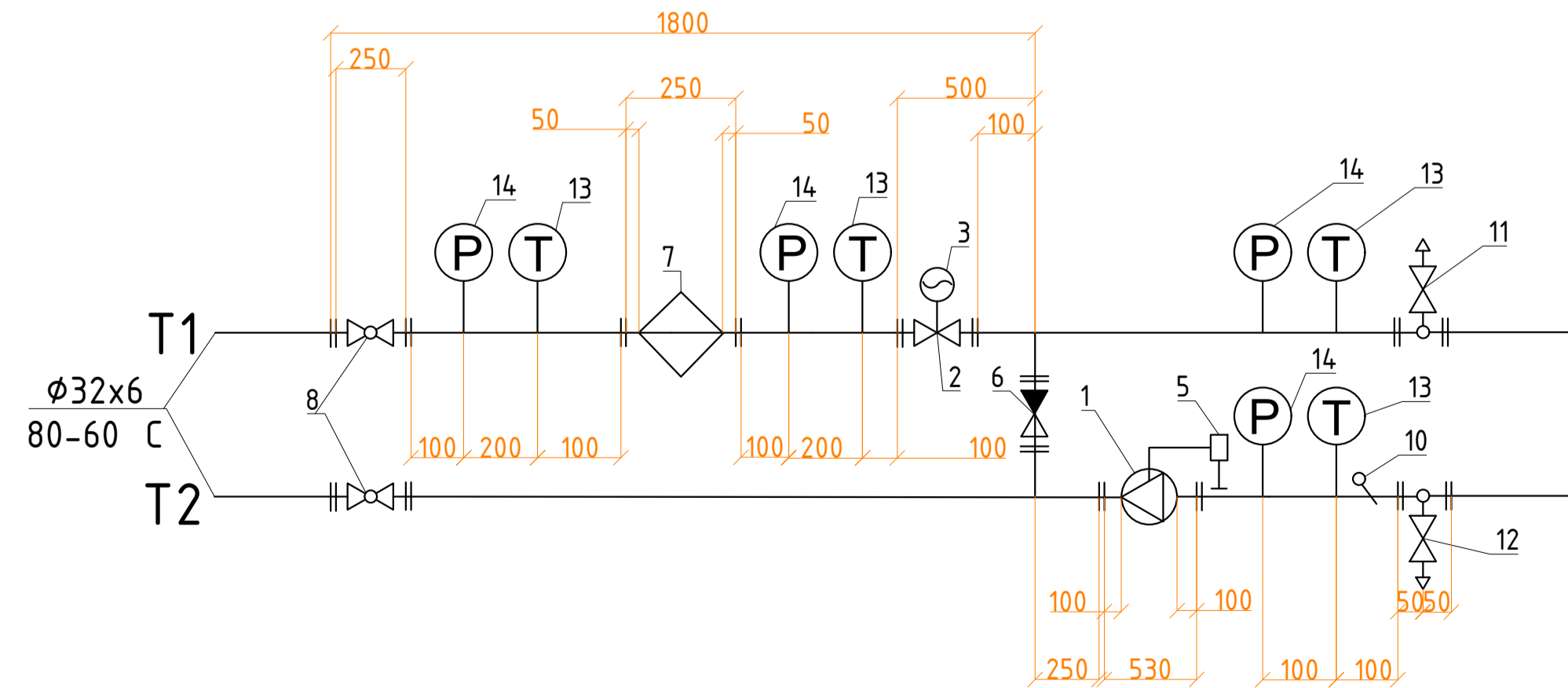
План подвала на отм. -2.390



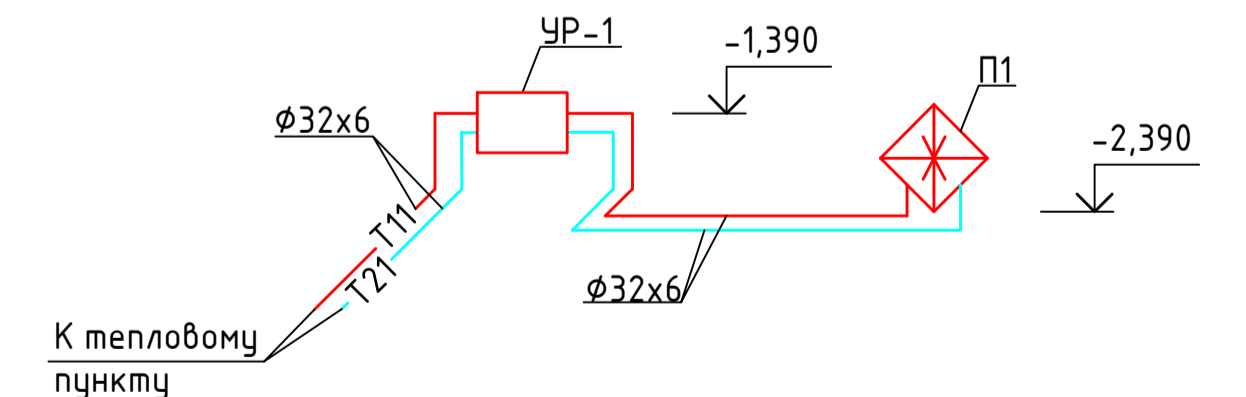
Спецификация оборудования узла регулирования 1

№ детали	Наименование детали	Характеристика
1	Циркуляционный насос	N=0.55 кВт, G=10.4 м <sup>3</sup> /ч, H=12 м
2	Регулирующие клапана Danfoss VRB2	Dy=15 мм, P <sub>y</sub> =16 бар, Kvs = 4 м <sup>3</sup> /ч
3	Привод клапана AMV 435	z=0.5, U=230
4	Термостат Danfoss KP61	от -30 до +15
5	Реле защиты насоса от "сухого" хода	
6	Обратный клапан Danfoss-NRV EF	Dy=20мм, P <sub>y</sub> =25бар, Kvs=8 м <sup>3</sup> /ч
7	Фильтр сетчатый FVF	Dy=20мм, P <sub>y</sub> =16 бар, Kvs=9.5 м <sup>3</sup> /ч
8	Кран шаровой муфтовый Danfoss BVR	Dy=20мм, Ду=40бар, Kvs=28 м <sup>3</sup> /ч
9	Датчик температуры воздуха Danfoss ESM 10	t <sub>n</sub>
10	Датчик температуры обратной воды Danfoss ESMB	
11	Кран шаровой для выпуска воздуха BVR-D	Dy=15мм, P <sub>y</sub> =16бар, Kvs=15 м <sup>3</sup> /ч
12	Кран шаровой для дренажа BVR-C	Dy=25мм, P <sub>y</sub> =16бар, Kvs=39 м <sup>3</sup> /ч
13	Термометр ТБ 1	Dy=20мм
14	Манометр Метер ДМ 02	Dy=20мм

Узел регулирования 1

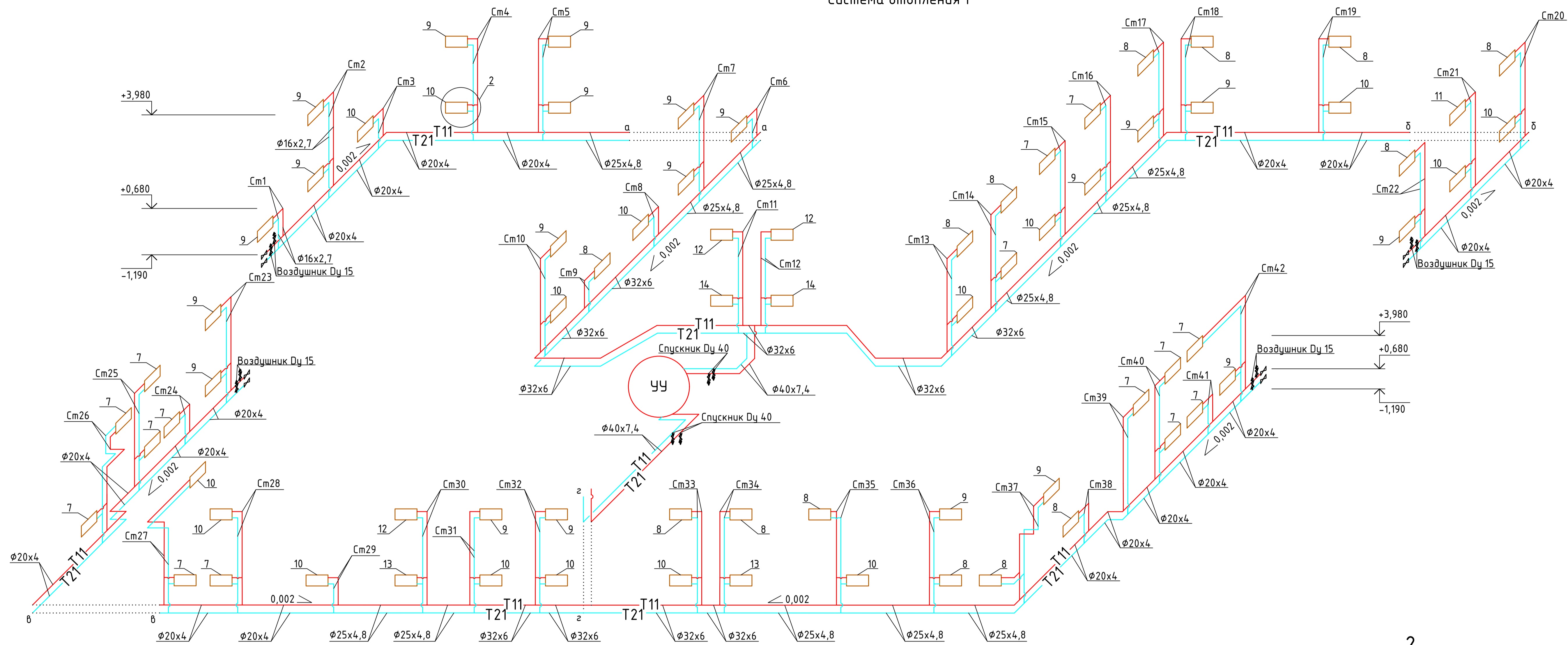


ТС1



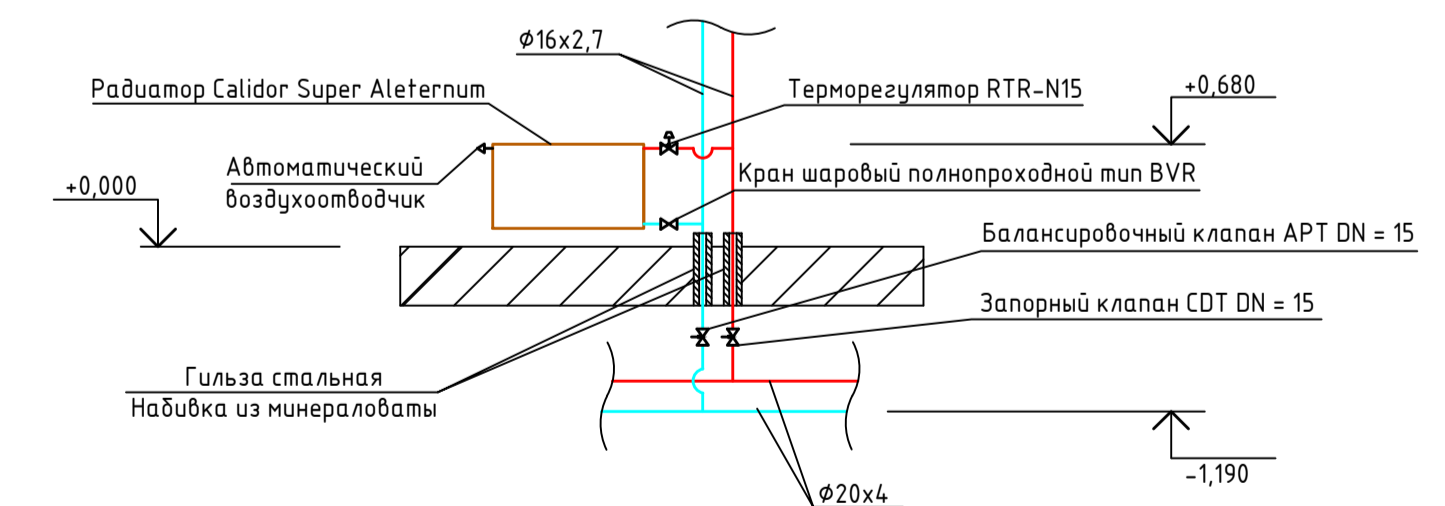
БР 08.03.01.00.05 - 2019 0В				
ИСИ СФУ				
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подл.
Разраб.	Михайлова			
Проверил	Панфилов			
Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			Стация	Лист
			БР	4
План подвала на отм. -2.390; Узел регулирования 1, спецификация оборудования узла регулирования 1; Схема ТС1			Листов	
			7	
Н. контр. Заб. кафедр.			ИСЗС	
Панфилов			Матюшенко	

Система отопления 1



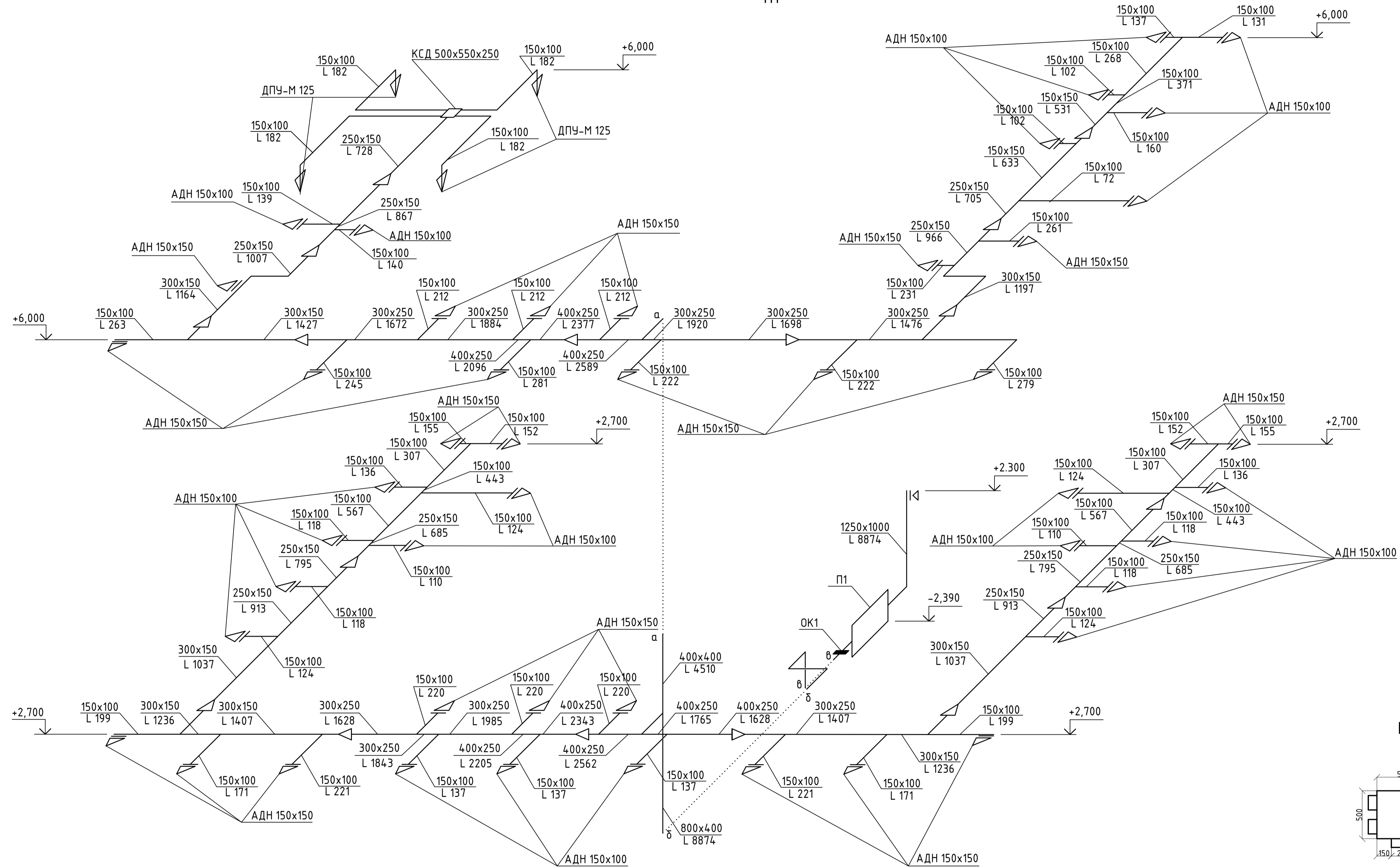
- Примечания:
- все стояки имеют наружный диаметр 16x2,7;
  - трубы отопления изолировать теплоизоляционным слоем K-FLEX ST 20 мм;
  - в низших точках магистрали системы отопления установить дренажи;
  - в верхних точках магистрали системы отопления установить воздушники

2  
M 1:50

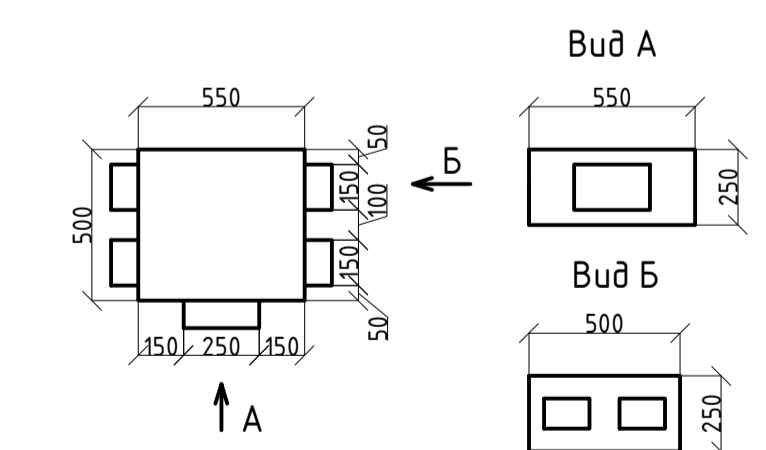


					БР 08.03.01.00.05 - 2019 0В						
					ИСИ СФУ						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			Стандия	Лист	Листов
						административного здания в г. Красноярск			БР	5	7
Н. контр. Заб. кафедр.						Система отопления 1; Узел 2			ИСЗС		

П1

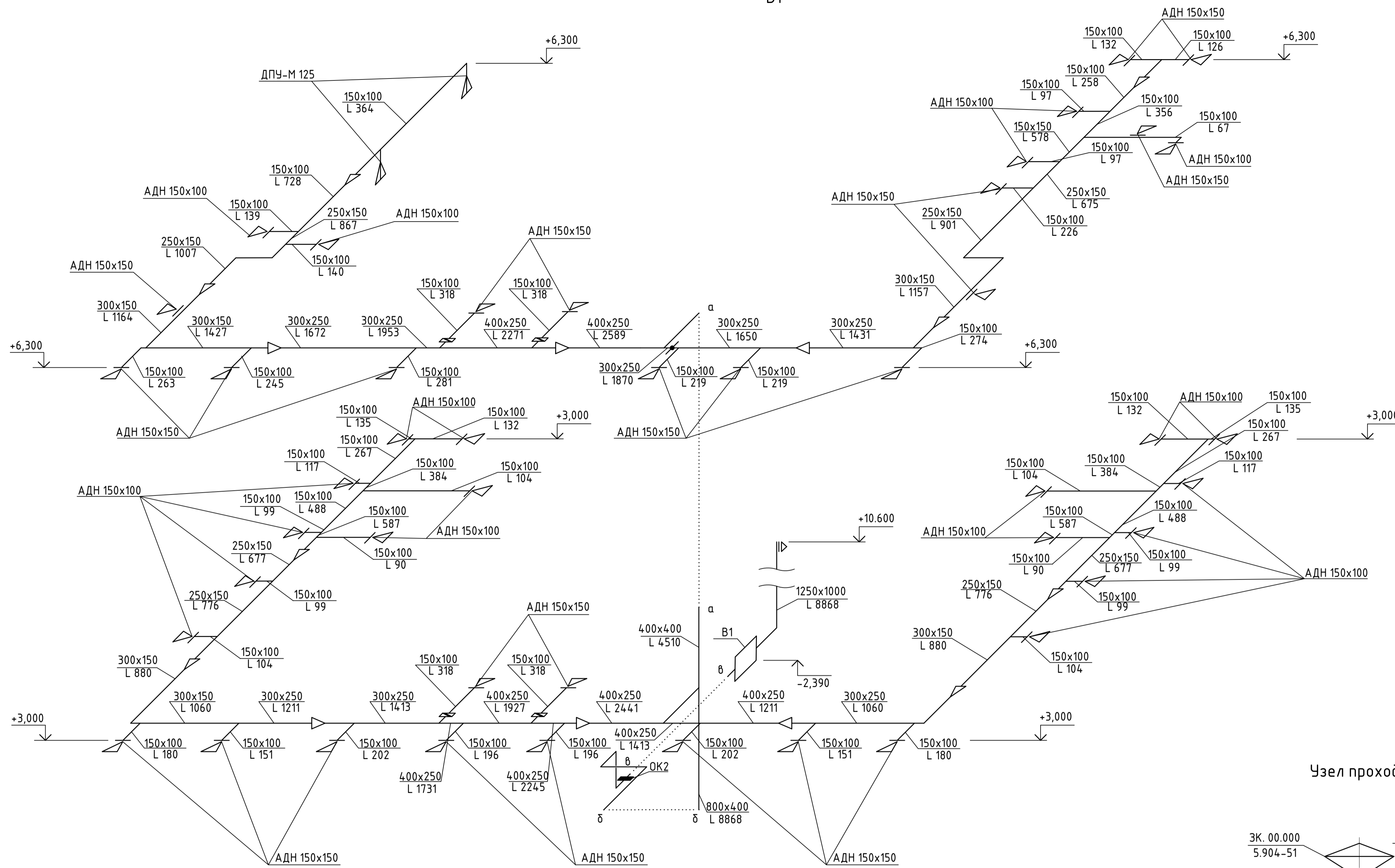


КСД 500x550x250

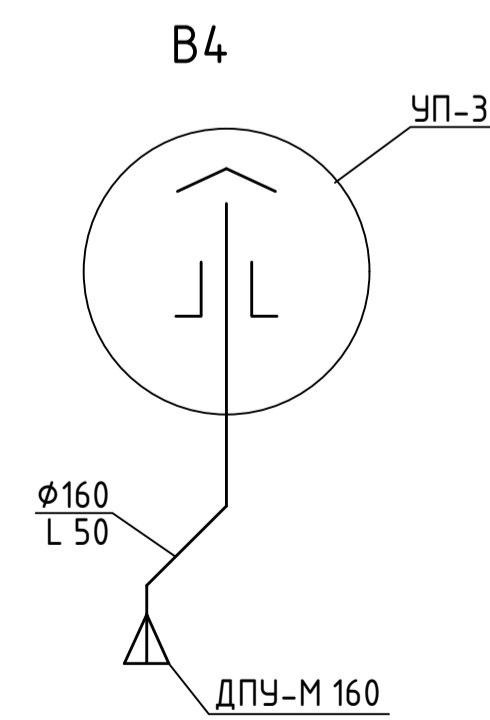
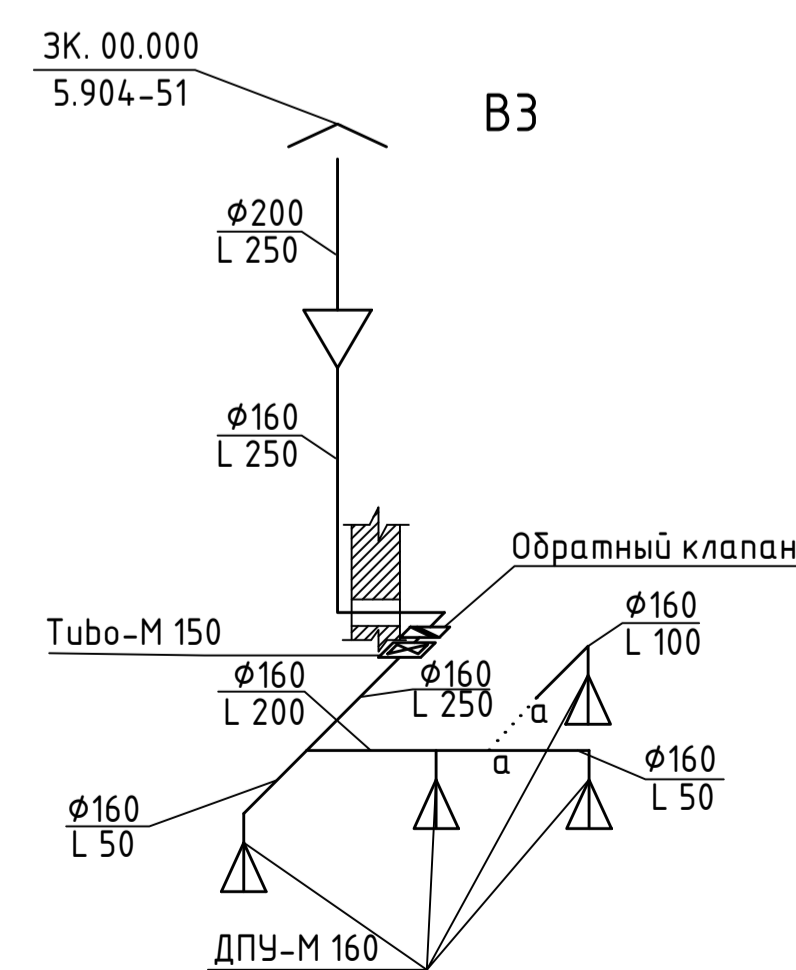
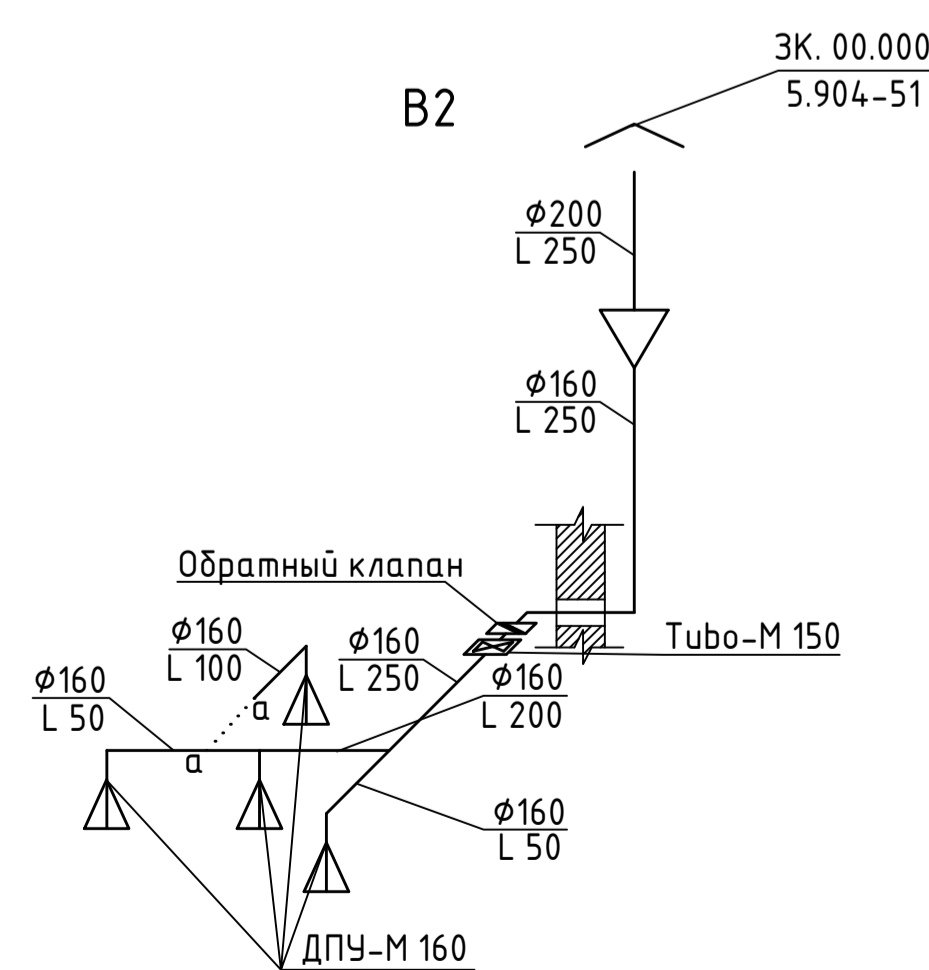
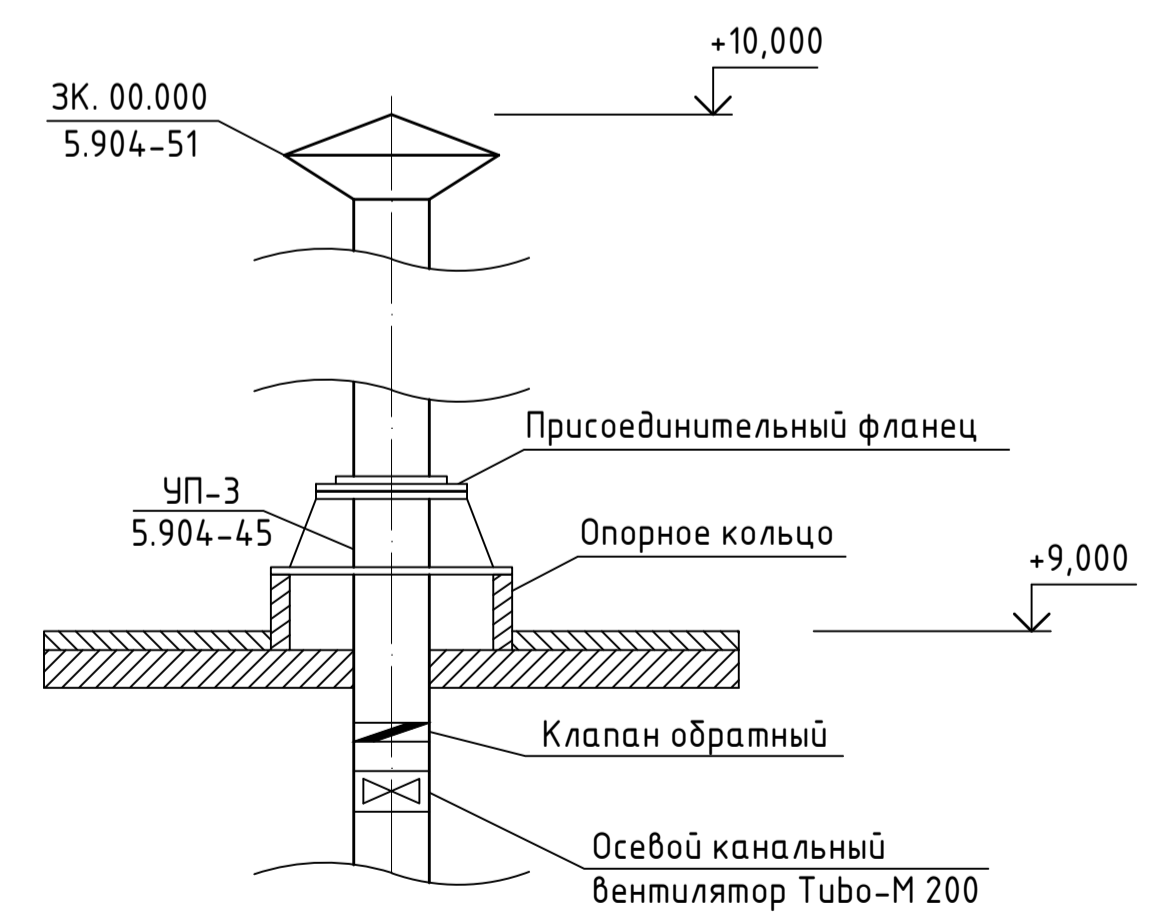


					БР 08.03.01.00.05 - 2019 ОБ						
					ИСИ СФУ						
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			Стация	Лист	Листов
						административного здания в г. Красноярск			БР	6	7
Н. контр. Заб. кафедр.						Схема П1; КСД			ИСЗС		

B1



Узел прохода




БР 08.03.01.00.05 - 2019 0В										
ИСИ СФУ										
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск			Стация	
Разраб.	Михайлова					БР			Лист	
Проверил	Панфилов								Листов	
						Схемы В1, В2, В3, В4; Узел прохода			ИСЗС	
Н. контр.	Панфилов									
Зав. кафедр.	Матюшенко									



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

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 А.И. Матюшенко  
подпись      инициалы, фамилия  
« 5 » июля 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 – «Строительство»  
код – наименование направления

«Отопление и вентиляция административного здания в г. Красноярск»  
тема

Руководитель	 подпись, дата 04.07.19	доцент, к.т.н должность, ученая степень	<u>В.И. Панфилов</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		<u>А.С. Михайлова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер		 подпись, дата 04.08.19	<u>В.И. Панфилов</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019