

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

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.И.Матюшенко  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01«Строительство»

«Отопление и вентиляция административного  
центра «Сибирь» в г. Красноярске»  
тема

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

Г.В.Смольников  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

А.В.Шкаберин

Номоконтролер \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент  
подпись, дата      должность, ученая степень

инициалы, фамилия  
Г.В.Смольников  
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

## **Содержание**

РЕФЕРАТ .....	.3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Исходные данные объекта проектирования .....	5
1.1 Расчетные параметры наружного воздуха .....	5
1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	5
2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	6
3 Отопление .....	10
3.1 Расчет потерь теплоты .....	10
3.2 Выбор системы отопления и нагревательных приборов .....	14
3.3 Расчет отопительных приборов .....	14
3.4 Гидравлический расчет системы отопления .....	16
3.5 Подбор и предварительная настройка балансировочных клапанов ..	19
4 Вентиляция .....	20
4.1 Тепло-влагопоступления и поступления углекислого газа от людей .....	
4.2 Расчет воздухообменов в помещениях .....	20
4.3 Составление воздушного баланса .....	20
4.4 Выбор схем решения вентиляции .....	22
4.5 Аэродинамический расчет воздуховодов .....	23
4.6 Подбор оборудования .....	28
5 Технология возведения инженерных систем ТГВ .....	29
5.1 Описание систем вентиляции .....	29
5.2 Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции .....	29
5.3 Последовательность монтажа систем вентиляции .....	30
5.4 Подготовительные работы перед монтажом систем отопления .....	33
5.5 Последовательность монтажа систем отопления .....	34
5.6 Расчет заготовительных длин .....	37
5.7 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и Отопления .....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	43

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция административного центра «Сибирь» в г. Красноярске»

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

**ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, АЭРОДИНАМЕСКИЙ РАСЧЕТ,  
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, КОЭФИЦИЕНТЫ МЕСТНОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ, ВОЗДУХООБМЕН, ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА  
СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Объект проектирования –общественное здание в г. Красноярске

Цели работы:

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

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

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

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для успешного выполнения проекта вентиляции и отопления следует четко знать конструктивные особенности здания, климатические характеристики, назначение здания.

Потребление энергии в нашей стране, как и во всем мире, неуклонно возрастает и, прежде всего для теплообеспечения зданий и сооружений.

Основными среди теплопотерь на коммунально-бытовые нужды в зданиях (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха) являются затраты на отопление. Это объясняется условиями эксплуатации зданий в холодное время года, когда теплопотери через ограждающие конструкции здания значительно превышают внутренние тепловыделения. Приходится для поддержания необходимой температуры внутреннего воздуха оборудовать здания отопительными приборами.

Состояние воздушной среды в помещении в холодное время года определяется действием не только отоплением, но и вентиляцией. Отопление и вентиляция предназначены для поддержания в помещении помимо необходимой температуры определенную влажность, подвижность, давление, газовый состав и чистоту воздуха. Во многих производственных и гражданских зданиях отопление и вентиляция неотделимы, они совместно создают требуемые санитарно-гигиенические условия, что способствует снижению числа заболеваний людей, улучшение их самочувствия.

Эффект систем вентиляции, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно принятой схемы воздухообмена и достоверно проведенных расчетов, но и от правильно организованного монтажа, наладки и эксплуатации.

# 1 Исходные данные проектирования

- 1) Район строительства – г. Красноярск.
- 2) Назначение объекта – административный центр.
- 3) Ориентация главного фасада – С.
- 4) Основные характеристики наружного ограждения:

Стена:

кирпич обыкновенный;  
утеплитель «Роквул»;  
гипсовые листы (обыкновенные).

Остекление:

тройное остекление в алюминиевых переплетах

Двери:

металлопластиковые, двойные с тамбуром 0,6x1,8;

Полы:

не утепленные;

Покрытие:

кровля совмещенная (чердак с утеплителем «Роквул»)

- 5) Теплоноситель – вода с параметрами  $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$

## 1.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по [1, 3] в зависимости от географического местоположения объекта и назначения систем.

При расчете систем вентиляции для гражданских зданий следует принимать расчетные параметры А для теплого периода года и параметр Б для холодного.

И записываются в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Параметры наружного воздуха

Период года	Температура $t, {}^{\circ}\text{C}$	Теплосодержание $I, \text{ кДж/кг}$	Скорость $V_b, \text{ м/с}$
Теплый	22,5	49,4	1,0
Холодный	-37	-37,2	1,0
Переходный	10	26,5	1,0

## 1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для систем вентиляции помещений административного здания принимаем по [5] и заносим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2- Расчетные параметры внутреннего воздуха по помещениям

Наименование	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность $\varphi \%$	Скорость $V_b, \text{ м/с.}$
<u>План подвала</u>			
1. Узел ввода и насосная	5	60	0,1
2. Венткамера	5	60	0,1
3. Техподполье	5	60	0,1
<u>План 1-го этажа</u>			
5. Выставочный зал	16	60	0,1
6. Загрузочная	10	60	0,1
9. Электрощитовая	5	60	0,1
10. Бухгалтерия	18	60	0,1
11. Кабинет гл. бух.	18	60	0,1
12. Комната персонала	18	60	0,1
13. Женский сан. узел	16	60	0,1
14. Мужской сан. узел	16	60	0,1
15. КУиН	16	60	0,1
18. Комната охраны	18	60	0,1
<u>План типового этажа</u>			
22. Кабинет	20	60	0,1
23. Кабинет	20	60	0,1
24. Кабинет	20	60	0,1
25. Кабинет	20	60	0,1
26. Кабинет	20	60	0,1
27. Кабинет	20	60	0,1
28. Кабинет	20	60	0,1
29. Кабинет	20	60	0,1
30. Кабинет директора	20	60	0,1
31. Комната отдыха и приема пищи	20	60	0,1
33. КУиН	16	60	0,1
34. Женский сан. узел	16	60	0,1
35. Мужской сан. узел	16	60	0,1

## 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами [2] сопротивления теплопередаче  $R_o$ . Величина  $R_o$  определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$  является основной целью теплотехнического расчета.

Расчет ведется в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Зона влажности для данного района строительства по прил. 1 [2] – сухая.

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

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

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_{вн.} - t_{от.пер.}) \cdot Z_{от.пер.}, \quad (2.1)$$

где  $t_{вн.}$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{от. пер.}$ ,  $Z_{от. пер.}$  – средняя температура,  $^{\circ}\text{C}$ , и продолжительность, сут., периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8^{\circ}\text{C}$  по [3].

$$ГСОП = (20 - (-7.1)) \cdot 235 = 6369$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{tr}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , из условий энергосбережения в зависимости от ГСОП по табл. 16\* [2] следующее:

стен	- 3,72
покрытий	- 4,8
окон и балконных дверей	- 0,5

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

$$R_{o,0}^{tr} = \frac{n \cdot (t_{вн.} - t_{н})}{\Delta t^h \cdot \alpha_{вн.}}, \quad (2.2)$$

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

$t_{вн.}$  – то же, что в формуле (2.1);

$t_{н}$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ , по [3];

$\Delta t^h$  – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по табл. 2\* [2]

$\alpha_{вн.}$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4\* [2].

$$R^{tp} cm. = \frac{1 \cdot (20 + 40)}{4.5 \cdot 8,7} = 1,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

$$R^{tp} покр. = \frac{0,9 \cdot (20 + 40)}{4 \cdot 8,7} = 1,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее  $0,6 R_o^{tp}$  стен здания, определяемого по формуле 2.2:

$$R^{mp}_0 = 0,6 \cdot 1,53 = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон, балконных дверей) принимаем по табл. 9\*[2]

$$R_o^{tp} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

За расчетное сопротивление теплопередаче принимаем большее:

$$R_o \text{ стены} = 3,72 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

$$R_o \text{ покрытия} = 4,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

$$R_o \text{ светового проема} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

$$R_o \text{ двери} = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

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

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + R + \frac{1}{\alpha_h} \quad (2.3)$$

где  $\alpha_e$  – то же, что в формуле (2.2);

$R$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$ ,

определенное как сумма термических сопротивлений отдельных слоев конструкции

$$R_o = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (2.4)$$

где  $\delta_i$  – толщина слоя, м;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя,

$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по прил. 3 [2];

$\alpha_h$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по табл. 6\*[2].

Исходя из условия  $R_o^{tp} \leq R_o$  определяем толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta_i = \lambda_i \cdot \left[ R_o - \left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_h} \right) \right] \quad (2.5)$$

определяем коэффициент теплопередачи ограждения  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ :

$$K = \frac{1}{R} \quad (2.6)$$

Наружная стена:

- 1) Кирпич обыкновенный, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- 2) Роквел  $\lambda = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- 3) Гипсовые листы  $\lambda = 0,19 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$

$$\delta_{yt} = 0,039 \cdot \left[ 3,72 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,19} + \frac{0,83}{0,7} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,15 \text{ м}$$

Примем утеплитель толщиной 0,15 м. По формуле (2.3) рассчитываем сопротивление теплопередаче:

Стены:

$$R_{cm} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,19} + \frac{0,63}{0,76} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{1}{23} = 3,72 \text{ (м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}/\text{Вт}$$

$$K_{cm} = \frac{1}{3,72} = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$$

Окна:

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

принимаем:  $K_{ok} = 1,82 - 0,27 = 1,55, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$

Двери:

$$K_{de} = 1,55, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$$

Для полов и стен, расположенных ниже уровня земли, разделенных по зонам, сопротивление теплопередаче определяем по прил. 9[1]. Коэффициент теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$  равен:

- 0,48 – для I зоны;
- 0,23 – для II зоны;
- 0,12 – для III зоны;
- 0,07 – для IV зоны.

### 3 Отопление

#### 3.1 Расчет потерь тепла

Основное назначение системы отопления – компенсация теплопотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температуры. При определении тепловой нагрузки отопительной системы  $Q_{\text{от}}$ , Вт, учитывают теплопотери через ограждающие конструкции здания,  $Q_o$ , Вт.

$$Q_{\text{от}} = Q_o \quad (3.1)$$

Теплопотери через наружные ограждения здания,  $Q_o$ , Вт:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot (1 + \beta) \quad (3.2)$$

где  $K$  – то же, что в формуле (2.6);

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

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$  – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – то же, что в формуле (2.1)

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

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплопотери через полы, расположенные по грунту рассчитываем по зонам шириной 2м, параллельным наружным стенам. Добавочные потери теплоты принимаем волях от основных потерь в соответствии с прил. 9[1].

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции для технического, первого, типового и последнего этажей сводится в табл. 3.1.

Таблица 3.1- Расчет теплопотерь

№ пом.	Наим. помещения	Ориентация	Наименование огр.	F, м <sup>2</sup>	K, м <sup>2</sup> °C/Вт	Δt, °C	q, Вт	β, %	Qрасч
План технического этажа									
1.	Узел ввода и насосная		ПЛ I	12,2	0,48	45	5,9	-	265,5
			ПЛ II	12,2	0,23	45	2,8	-	126
			ПЛ III	12,2	0,12	45	1,5	-	67,5
									Σ =472,5
2.	Венткамера		ПЛ I	23,2	0,48	45	11,1	-	499,5
			ПЛ II	20,6	0,23	45	4,7	-	211,5
			ПЛ III	14	0,12	45	1,7	-	76,5
			ПЛ IV	6,2	0,07	45	0,4	-	18
									Σ =805,5
3.	Техподполье		ПЛ I	51,4	0,48	45	24,7	-	1111,5
			ПЛ II	46,2	0,23	45	10,6	-	477
			ПЛ III	32,5	0,12	45	3,9	-	175,5
			ПЛ IV	21,5	0,07	45	1,5	-	67,5
		C	2 ДО	2,2	1,55	45	3,9	1,15	175,5
									Σ =2007
4.	Тамбур		ПЛ I	2,8	0,48	45	1,3	-	58,5
			ПЛ II	2,8	0,23	45	0,6	-	27
			ПЛ III	0,7	0,12	45	0,1	-	4,5
									Σ =90
План первого этажа									
5.	Выставочный зал	C	НС	66,2	0,27	55	20,6	1,15	1133
		C	НС	27	0,27	55	8,4	1,15	462
		C	2 ДО	26,5	1,55	55	47,2	1,15	2596
		C	2 ДН	7,5	1,55	55	13,4	1,15	737
			ПЛ I	35,4	0,48	55	17	-	935
			ПЛ II	35,4	0,23	55	8,1	-	445,5
			ПЛ III	35,4	0,12	55	4,2	-	231
			ПЛ IV	97,4	0,07	55	6,8	-	374
			ПТ	131	0,21	55	27,5	-	1512,5
									Σ =8426
6.	Загрузочная	C	НС	23,8	0,27	55	7,4	1,15	407
			НС	61,2	0,27	55	19	1,15	1045
		C	3 ДО	10,8	1,55	55	19,3	1,15	868,5
			ДН	3,2	1,55	55	21	4,31	1155
			ПЛ I	44,2	0,48	55	21,2	-	1166
			ПЛ II	32,2	0,23	55	7,4	-	407
			ПЛ III	23,2	0,12	55	2,8	-	154
			ПТ	43,7	0,21	55	9,2	-	506
									Σ 5901,5
7.	Коридор		ПЛ I	23,7	0,48	56	11,4	-	638,4
			ПЛ II	11,9	0,23	56	2,7	-	151,2
			ПЛ III	4,7	0,12	56	0,6	-	33,6
									Σ =823,2
8.	Лестничная клетка	C	НС	149,8	0,27	56	46,5	1,15	2604
		C	НС	80,2	0,27	56	24,9	1,15	1394,4
		C	НС	12,7	0,27	56	3,9	1,15	218,4
		C	5 ДО	8,1	1,55	56	14,4	1,15	806,4

Продолжение таблицы 3.1.

№ пом.	Наим. помещения	Ориентация	Наименование огр.	F, м <sup>2</sup>	K, м <sup>2</sup> °C/Вт	Δt, °C	q, Вт	β, %	Qрасч
			ДН	2,7	1,55	56	19,6	4,64	1097,6
			ДН	1,9	1,55	56	3,4	1,15	190,4
			ПЛ I	17,4	0,48	56	8,4	-	470,4
			ПЛ II	2,1	0,23	56	0,5	-	28
			ПТ	15,5	0,21	56	3,3	-	184,8
									Σ =6994,
9.	Электрощитовая	C	НС	9,7	0,27	45	3	1,15	135
			ДН	1,9	1,55	45	12,6	4,31	567
			ПЛ I	5,6	0,48	45	2,7	-	121,5
			ПЛ II	4,8	0,23	45	1,1	-	49,5
									Σ =873
10.	Бухгалтерия		НС	21,6	0,27	60	6,7	1,15	402
		C	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
			ПЛ I	11,6	0,48	60	5,6	-	336
			ПЛ II	11	0,23	60	2,5	-	150
			ПЛ III	5,5	0,12	60	0,7	-	42
									Σ =1314
11.	Кабинет директора		НС	10,8	0,27	60	3,4	1,15	204
		C	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
			ПЛ I	5,8	0,48	60	2,8	-	168
			ПЛ II	5,8	0,23	60	1,3	-	78
			ПЛ III	5,5	0,12	60	0,7	-	42
									Σ =876
12.	Комната персонала	C	НС	20,9	0,27	60	6,5	1,15	390
		C	2 ДО	7,2	1,55	60	12,8	1,15	768
			ПЛ I	6	0,48	60	2,9	-	174
			ПЛ II	6	0,23	60	1,4	-	84
			ПЛ III	5,7	0,12	60	0,7	-	42
									Σ =1458
13.	Женский сан. узел	B	НС	5	0,27	56	1,6	1,15	89,6
14.	Мужской сан. узел	B	НС	4,7	0,27	56	1,5	1,15	84
15.	КУиН	B	НС	11,5	0,27	56	3,6	1,15	201,6
16.	Лестничная клетка	B	НС	12,7	0,27	56	3,9	1,15	218,4
		B	НС	80,2	0,27	56	24,9	1,15	1394,4
		B	НС	149,8	0,27	56	46,5	1,15	2604
		B	5 ДО	8,1	1,55	56	14,4	1,15	806,4
		B	ДН	1,9	1,55	56	13,6	4,64	761,6
		B	ДН	1,9	1,55	56	3,4	1,15	190,4
			ПЛ I	17,4	0,48	56	8,4	-	470,4
			ПЛ II	15,2	0,23	56	3,5	-	196
			ПЛ III	7,1	0,12	56	0,9	-	50,4
			ПТ	15,5	0,21	56	3,3	-	184,8
									Σ =6876, 4
18.	Комната охраны	B	НС	10,1	0,27	58	3,1	1,15	179,8
		B	НС	15,8	0,27	58	4,9	1,15	284,2
		B	ДО	1,2	1,55	58	2,1	1,15	121,8
									Σ =585,8
План типового этажа									
20.	Кабинет	B	НС	21,8	0,27	60	6,8	1,15	408

Продолжение таблицы 3.1.

№ пом.	Наим. помещения	Ориентация	Наименование огр.	F, м <sup>2</sup>	K, м <sup>2</sup> °C/Вт	Δt, °C	q, Вт	β, %	Qрасч
		B	2 ДО	7,2	1,55	60	12,8	1,15	768
									Σ=1578
21.	Коридор	C	НС	9,6	0,27	56	3	1,15	168
		C	НС	9,6	0,27	56	3	1,15	168
		C	2 ДО	7,2	1,55	56	12,8	1,15	716,8
									Σ 1052,8
22,23, 24	Кабинет (3 шт)	B	НС	59,4	0,27	60	18,3	1,15	1098
		B	2 ДО	21,6	1,55	60	38,4	1,15	2304
									Σ 3402
25.	Кабинет	B	НС	21,5	0,27	60	6,7	1,15	408
		B	НС	21,8	0,27	60	6,8	1,15	402
		B	2 ДО	7,2	1,55	60	12,8	1,15	768
									Σ=1578
25а.	Кабинет	B	НС	8,9	0,27	60	2,8	1,15	168
		B	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
									Σ=552
26,27, 28,29	Кабинет	3	НС	39,6	0,27	60	12,4	1,15	744
		3	ДО	14,4	1,55	60	25,6	1,15	1536
									Σ=2280,8
30.	Кабинет	3	НС	8,9	0,27	60	2,8	1,15	168
		3	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
									Σ=552
32.	КУиН	3	НС	10,9	0,27	56	3,4	1,15	190,4
		3	ДО	3,6	1,55	56	6,4	1,15	358,4
									Σ 548,8
33.	Женский сан. узел		НС	4,6	0,27	56	1,4	1,15	78,4
			ДО	1,2	1,55	56	2,1	1,15	117,6
									Σ=196
34.	Мужской сан. узел	C	НС	4,3	0,27	56	1,3	1,15	72,8
		C	ДО	1,2	1,55	56	2,1	1,15	117,6
									Σ=190,4

План последнего этажа

20, 25	Кабинет	C	НС	43,6	0,27	60	13,6	1,15	816
		C	НС	43	0,27	60	13,4	1,15	804
		C	2 ДО	14,4	1,55	60	25,6	1,15	1536
			ПТ	68,4	0,21	60	14,4	-	864
									Σ 4020
21.	Коридор	B	2 НС	19,1	0,27	56	6	1,15	336
		B	2 ДО	7,2	1,55	56	12,8	1,15	716,8
			ПТ	80,5	0,21	56	16,9	-	946,4
									Σ 1999,2
22,2 23,	Кабинет	C	НС	59,4	0,27	60	18,3	1,15	1098
		C	2 ДО	21,6	1,55	60	38,4	1,15	2304
			ПТ	104,4	0,21	60	21,9	-	1314
									Σ 4716

Окончание таблицы 3.1.

№ пом.	Наим. помещения	Ориентация	Наименование огр.	F, м <sup>2</sup>	K, м <sup>2</sup> °C/Вт	Δt, °C	q, Вт	β, %	Qрасч
		C	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
			ПТ	17,1	0,21	60	3,6	-	216
									Σ 768
26, 27, 28, 29	Кабинет	B	НС	39,6	0,27	60	12,4	1,15	744
		B	ДО	14,4	1,55	60	25,6	1,15	1536
			ПТ	68,4	0,21	60	14,4	-	864
									Σ 3144
30.	Кабинет	3	НС	8,9	0,27	60	2,8	1,15	168
		3	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
			ПТ	15,5	0,21	60	3,3	-	198
									Σ =750
32.	КУиН	3	НС	10,9	0,27	60	3,4	1,15	204
		3	ДО	3,6	1,55	60	6,4	1,15	384
			ПТ	18,3	0,21	60	3,8	-	228
									Σ =816
33.	Женский сан. узел	3	НС	4,6	0,27	56	1,4	1,15	78,4
		3	ДО	1,2	1,55	56	2,1	1,15	117,6
			ПТ	7,7	0,21	56	1,6	-	89,6
									Σ 285,6
34.	Мужской сан. узел	3	НС	4,3	0,27	56	1,3	1,15	72,8
		3	ДО	1,2	1,55	56	2,1	1,15	117,6
			ПТ	8,9	0,21	56	1,9	-	106,4
									Σ 296,8

Общие теплопотери по всему зданию составляют  $Q_{потеря} = 90983 \text{ Вт}$ . Необходимо учесть потери на инфильтрацию, для административных зданий можно принять как 20 % от общих потерь.  $Q_{потеря} \cdot 1.2 = 90983 \cdot 1.2 = 109180 \text{ Вт}$

### 3.2 Выбор системы отопления и нагревательных приборов

Система отопления 1 – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, однотрубная с нижней разводкой, тупиковая.

Система отопления 2 – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой, тупиковая.

Трубы принимаем стальные водогазопроводные. В качестве нагревательных приборов используем стальные настенные конвекторы типа «Комфорт» и алюминиевые радиаторы типа «Calidor Super 500»/

Гидравлическая увязка производится клапанами RTD-N.

### 3.3 Расчет отопительных приборов

Тепловой расчет отопительных приборов заключается в определении габаритов нагревательной поверхности, обеспечивающей необходимое

теплопоступление в помещение. Для всех помещений к установке принимаем алюминиевые радиаторы «Calidor Super».

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

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

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

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

$t_r, t_o$  – соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, °C;

$\alpha$  – коэффициент затекания воды в прибор;

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

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

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

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

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

$t_e$  – температура внутри помещений °C;

Определяем комплексный коэффициент  $\varphi$  по формуле

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

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

$b$  – поправочный коэффициент на атмосферное давление.

Рассчитываем теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов, Вт;

$$Q_{\text{mp}} = q \cdot l_e \cdot q \cdot l_v \quad (2.5)$$

где  $q_v, q_h$  – соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, Вт/м;

$l_v, l_h$  – соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, м;

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

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

Марка отопительных приборов приведена в графической части

### 3.4 Гидравлический расчет системы отопления

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

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления проводится согласно [6] и заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

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

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

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

Рассчитываем расход теплоносителя на участках:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c(t_e - t_o)}; \text{ кг/ч} \quad (3.3)$$

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

$t_p, t_o$  – температуры теплоносителя соответственно в подающей и обратной магистралях, °С.

Рассчитываем среднюю величину удельной потери давления на трение

$$R_{cp} = \frac{k \Delta P}{\Sigma l_{п.к.}}; \text{ Па/м} \quad (3.4)$$

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

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

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

Определяем динамическая давление

$$R_{дин} = \frac{V^2 \rho}{2}; \text{ Па} \quad (3.5)$$

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

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

$$Z = P_{\text{out}} \Sigma \zeta; \text{ Па} \quad (3.6)$$

Определяем потери давления на участках

$$Rl + Z, \text{ Па} \quad (3.7)$$

Аксонометрические схемы систем представлены на листах графической части.

Гидравлические потери напора в трубах определяются по номограмме рис. 2.2 [6]. Величину потерю напора на местные сопротивления, в соединительных деталях и арматуре принимаем по рекомендации [6]. Невязка между приборами компенсируем с помощью клапанов с предварительной настройкой RTD-G. Окончательная настройка производится автоматически. В тепловом узле системы увязываем балансировочными клапанами MSV-I.

Расчет сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 - Гидравлический расчет системы отопления

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

### **3.5 Подбор и предварительная настройка запорно-регулирующей арматуры на стояках и подводках**

Для увязки стояков систем отопления 1 на каждом стояке устанавливаем ручной балансировочный клапан MSV-I и запорный MSV-M . Они предназначены для распределения расчетных расходов теплоносителя между стояками. Клапан MSV-I сочетает функции клапана переменного гидравлического сопротивления, перенастраиваемого вручную, и запорного клапана. Клапан MSV-I ограничивает максимальный расход теплоносителя через стояк и устанавливается на подающем стояке системы отопления. Клапан MSV-M- запорный и устанавливается на обратных стояках системы отопления.

Предварительная настройка клапана MSV-I производится по таблице в зависимости от требуемого расхода теплоносителя через стояк. Настройка клапана представлена в таблице приложения 1.

Для увязки систем отопления 1 на подводках к нагревательным приборам используем клапаны терморегуляторов с повышенной пропускной способностью RTD-G ,шаровые краны и терmostатический элемент RTD 3640. Данный клапан подбираются по диаметру трубопровода, на котором они устанавливаются. Терморегулятор RTD — простой прибор, которым может оснащаться любой радиатор системы отопления здания. RTD автоматически поддерживает температуру воздуха в помещении, на которую его настроить.

Регулирующий клапан устанавливается на трубопроводе, подводящем теплоноситель к отопительному прибору. Клапан меняет количество теплоносителя, проходящего через прибор отопления, под воздействием установленного в нем привода, который в свою очередь, получает сигнал о необходимости изменения температуры воздуха в помещении от управляющего устройства.

Для увязки систем отопления 2 на подводках к нагревательным приборам используем ручные балансировочные клапана RTD-N и запорные радиаторные краны. Данные клапан и кран подбираются по диаметру трубопровода, на котором они устанавливаются.

Ручные балансировочные клапаны обычно применяют вместо дросселирующих диафрагм для наладки трубопроводной сети, в которой либо отсутствуют автоматические регулирующие устройства, либо эти регуляторы не позволяют ограничить предельный (расчетный) расход перемещаемой среды.

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

## **4 Вентиляция**

### **4.1 Теплопоступления, влагопоступления и поступления углекислого газа от людей**

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха. От этих же факторов зависят поступления в помещение влаги и углекислого газа. Теплопоступления и поступления вредностей от людей рассчитаны для самого большого помещения (выставочный зал), где наибольшее количество посетителей за день (31 человек).

Для холодного и переходного периодов следует принять условие компенсации теплопотерь через ограждающие конструкции системой отопления и в дальнейшем расчете учитывать все поступления как избыточные:

Для теплого периода года следует дополнительно учитывать теплопоступления от солнечной радиации.

Получив значения количества вредностей поступающих в помещение, они оказались меньше, чем расчет воздухообмена по кратности. Далее за организацию воздухообмена всего здания, я принимаю по нормируемой кратности.

### **4.2 Расчет воздухообменов в помещении**

Для расчета воздухообменов  $L_5$  в [4] прописано, что для залов площадью не более 250 м<sup>2</sup>, необходимо организовать общеобменную вентиляцию не менее одногоократ, я принимаю по [4] для одного человека необходимо подавать не менее 60 м<sup>3</sup>/ч приточного воздуха. Следовательно, для помещения №5, с количеством людей 31 чел:

$$L_5 = 60 * 31 = 1900 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для остальных помещений (в основном кабинеты) принимаю воздухообмен по кратности в соответствии с [4], но не менее 20 м<sup>3</sup>/ч на одного человека или 3м3/ч на 1 м<sup>2</sup> [4] для кабинетов.

Результаты расчета воздухообменов по кратностям сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет воздухообменов по кратности

Наименование помещения	Объем , м <sup>3</sup>	Кратность		Объем воздуха, м <sup>3</sup>		№ установки	
		вытяжки	притока	вытяжки	притока	вытяжки	притока
<u>План подвала</u>							
1. Узел ввода и насосная	80	2	-	160	-	BE1	-
2. Венткамера	60	-	2	-	120	-	П1
3. Техподполье	210	-	1	210	-	BE2	-
<u>План 1-го этажа</u>							
5. Выставочный зал	740	2,57	2,57	1900	1900	-	П1
6. Загрузочная	300	2	2	600	600	B1	П1
9. Электрощитовая	30	2	2	60	60	BE3	-
10. Бухгалтерия	90	2	2	180	180	B1	П1
11. Кабинет гл. бух.	55	2	2	110	110	B1	П1
12. Комната персонала	100	1,5	1,5	150	150	B1	П1
13. Женский сан. узел	12,3	Нормируется 50м <sup>3</sup> /ч для 1 унитаза	-	50	-	BE1	-
14. Мужской сан. узел	20,2	Нормируется 50м <sup>3</sup> /ч для 1 унит., 25м <sup>3</sup> /ч на 1 писуар				BE1	-
15. КУиН	25	1	-	25	-	BE1	-
18. Комната охраны	25	1,5	1,5	40	40	B1	П1
<u>План типового этажа</u>							
22. Кабинет	110	2	2	220	220	B2	П2
23. Кабинет	110	2	2	220	220	B2	П2
24. Кабинет	110	2	2	220	220	B2	П2
25. Кабинет	110	2	2	220	220	B2	П2
26. Кабинет	110	2	2	220	220	B2	П2
27. Кабинет	50	2	2	100	100	B2	П2
28. Кабинет	50	2	2	100	100	B2	П2
29. Кабинет	50	2	2	100	100	B2	П2
30. Кабинет директора	100	2	2	200	200	B2	П2
31. Комната отдыха и приема пищи	50	2	2	100	100	B2	П2
33. КУиН	25	1	-	25	-	BE1	-
34. Женский сан. узел	12,3	Нормируется 50м <sup>3</sup> /ч для 1 унитаза	-	50	-	BE1	-
35. Мужской сан. узел	20,2	Нормируется 50м <sup>3</sup> /ч для 1 унит., 25м <sup>3</sup> /ч на 1 писуар	-	75	-	BE1	-

### 4.3 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют по всем помещениям. Расчетные воздухообмены по нормируемой кратности для всех помещений заносят в таблицу 4.2. При этом баланс в объемном количестве воздуха в м<sup>3</sup>/ч. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает приток. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, холлы. Необходимо, что бы количество подаваемого воздуха соответствовало количеству удаляемого воздуха.

Таблица 4.2 - Воздушный баланс

№ по м.	Наимен-ие помещ.	V, м <sup>3</sup>	t <sub>в</sub> , °C	Приток				Вытяжка			
				L, м <sup>3</sup> /ч	t <sub>п</sub> <sup>хол</sup> , °C	K, ч <sup>-1</sup>	Сис-тема	L, м <sup>3</sup> /ч	t <sub>п</sub> <sup>хол</sup> , °C	K, ч <sup>-1</sup>	Сис-тема
<u>План подвала</u>											
1	Узел ввода и насосная	80	5	-		-	-	160	5,4	2	BE1
2	Венткамера	60	5	120	3	2	П1	-		-	-
3	Техподполье	210	5	-		1	-	210	5,4	-	BE2
<u>План 1-го этажа</u>											
5	Выставочн. зал	740	16	1900	14	2,5 7	П1	1900		2,5 7	-
6	Загрузочная	300	10	600	8	2	П1	600	10,4	2	B1
9	Электрощито-вая	30	5	60		2	-	60	5,4	2	BE3
10	Бухгалтерия	90	18	180	16	2	П1	180	18,4	2	B1
11	Кабинет гл. бух.	55	18	110	16	2	П1	110	18,4	2	B1
12	Комната персонала	100	18	150	16	1,5	П!	150	18,4	1,5	B1
13	Женский сан.узел	12,3	16	-		-	-	50	16,4	1	BE1
14	Мужской сан.узел	20,2	16	-		-	-	75	16,4	1	BE1
15	КУиН	25	16	-		-	-	25	16,4	1	BE1
18	Комната охраны	25	18	40	16	1,5	П1	40	18,4	1,5	B1
<u>План типового этажа</u>											
22	Кабинет	110	20	220	18	2	П2	220	20,4	2	B2
23	Кабинет	110	20	220	18	2	П2	220	20,4	2	B2
24	Кабинет	110	20	220	18	2	П2	220	20,4	2	B2
25	Кабинет	110	20	220	18	2	П2	220	20,4	2	B2
26	Кабинет	110	20	220	18	2	П2	220	20,4	2	B2
27	Кабинет	50	20	100	18	2	П2	100	20,4	2	B2
28	Кабинет	50	20	100	18	2	П2	100	20,4	2	B2
29	Кабинет	50	20	100	18	2	П2	100	20,4	2	B2

Окончание таблицы 4.2												
№ по м.	Наимен-ие помещ	V, м <sup>3</sup>	t <sub>в</sub> , °C	L, м <sup>3</sup> /ч	t <sub>п</sub> <sup>хол</sup> , °C	K, ч <sup>-1</sup>	Сис-тема	L, м <sup>3</sup> /ч	t <sub>п</sub> <sup>хол</sup> , °C	K, ч <sup>-1</sup>	Сис-тема	
30	Кабинет директора	100	20	200	18	2	П2	200	20,4	2	B2	
31	Комната отдыха и приема пищи	50	20	100	18	2	П2	100	20,4	2	B2	
33	КУиН	25	16	-	-	-	-	25	16,4	1	BE1	
34	Женский сан. узел	12,2	16	-	-	-	-	50	16,4	1	BE1	
35	Мужской сан. узел	20,3	16	-	-	-	-	75	16,4	1	BE1	
				Σ 48 60				Σ 48 60				

#### 4.4 Выбор схем решения вентиляции

В здании, со встроенными в первый этаж магазинами, проектируем общеобменную приточную вентиляцию с механическим побуждением, соответственно П1, П2. Вытяжную вентиляцию предусматриваем общеобменную с механическим побуждением и естественную где это возможно.

В здании приток и удаление воздуха осуществляют по схеме "сверху – вверх". Воздуховоды проектируем прямоугольного и круглого сечения, скрытыми под навесным потолком.

Раздача осуществляется через диффузоры потолочные.

#### 4.5 Аэродинамический расчет воздуховодов

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

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

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

$$\Delta P = R \cdot \beta_{ш} \cdot l + Z \quad (4.1)$$

где R-удельные потери давления на трение на 1м стального воздуховода, Па/м

$\beta_{ш}$  - коэффициент шероховатости

$Z$  - потери давления в местных сопротивлениях, Па

$l$ - длина участка.

Потери давления в местных сопротивлениях на участке (Па):

$$Z = \Sigma \varphi \cdot P_d \quad (4.2)$$

где  $\Sigma \varphi$ -сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$P_d$ - динамическое давление.

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

1) На аксонометрической схеме выбирают основное (магистральное) направление, для чего выявляют наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков, при равной протяженности магистралей за расчетную принимают наиболее загруженную, производят нумерацию участков магистрали, начиная с участка с меньшим расходом, а затем нумеруют участки ответвлений. На каждом участке указывают расход воздуха  $L$ ,  $m^3/ч$ , длину  $l$ , м. Результаты аэродинамических расчетов заносят в таблицу 4.3.

2) Заполнение таблицы 4.3 начинают с магистрали. Согласно аксонометрической схеме заносят в графы 1,2,3 номер участка, расход воздуха, длину участка.

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

Для прямоугольных воздуховодов с размерами  $a$   $x$   $b$  определяют эквивалентный по скорости диаметр круглого воздуховода:

$$d_e = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} \quad (4.3)$$

4) Определяют удельные потери давления на трение  $R$  по номограммам или таблицам, составленным для стальных воздуховодов. Для воздуховодов из других материалов вводится другой коэффициент  $\beta_{ш}$ , который заносят в графу.

5) Потери давления на трение определяют по формуле (4.1) и заносят в соответствующую графу.

6) Используя таблицы местных сопротивлений, определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений (к.м.с.) на участке  $\Sigma \xi$  и ее заносят в соответствующую графу. При этом следует помнить, что к.м.с., находящийся на границе двух участков, относят к участку с меньшим

расходом, значения к.м.с., отнесенные к какой-либо скорости, необходимо перед внесением в таблицу привести к скорости расчетного участка.

7) Потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, определяют по формуле (4.2) и заносят в соответствующую графу.

8) Определяют общие потери давления на расчетном участке  $\Delta P$ , Па, и заносят в соответствующую графу. Общие потери давления в системе равны сумме потерь в последовательно соединенных участках по магистральному направлению, которые заносят в соответствующую графу.

9) Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потеря не превышает 15%:

$$\Delta = (\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}) \cdot 100 / \Delta P_{\text{маг}} \leq 15\% \quad (4.4)$$

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

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

Аэродинамический расчет сведен в таблицу 4.3.

Таблица 4.3-Аэродинамический расчет вентиляционных систем

№уч.	L м <sup>3</sup> /ч	l,м	d,ахв, мм	V, м/с	R Па/м	R*l, Па	$\sum \xi$	Pд, Па	Z	$\Delta P$ , Па	$\sum \Delta P$ , Па
<b>Расчет магистрали П1</b>											
1	600	8,5	250	4,5	0,94	8	1,86	12,1	22	30	30
2	1075	3,9	300x250	4,5	0,86	3,35	0,3	12,1	4	7	37
3	1255	1,1	300x250	5	0,106	0,12	0,25	15	4	4	41
4	1730	2	400x250	5	0,9	1,8	0	15	0	2	43
5	1840	3	400x250	5	0,9	2,7	0	15	0	3	46
6	2315	2,7	500x250	5	0,82	2,2	0	15	0	2	48
7	2465	1,8	500x250	5,5	0,98	1,76	0	18,2	0	2	50
8	2940	0,8	500x250	6,5	1,3	1,04	0	25,4	0	1	51
9	3240	4,2	500x250	7	1,5	4,65	0,42	29,4	12	17	68
10	3360	6,1	500x250	7	1,5	12	0,42	29,4	12	24	92
<b>Расчет ответвлений</b>											
11	475	4,8	225	4,5	0,07	0,34	2,35	12,1	29	29	клапан
12	180	6,5	140	4,5	1,92	0,3	1,4	12,1	17	17	клапан
13	475	4,8	225	4,5	0,07	0,34	2,03	12,1	25	25	клапан
14	110	6,5	100	4,5	2,92	19	1,3	12,1	16	35	клапан
15	475	4,8	225	4,5	0,07	0,34	1,95	12,1	24	24	клапан
16	150	6,5	125	4,5	2,21	14,37	1,3	12,1	16	30	клапан
17	475	4,8	225	4,5	0,07	0,34	1,7	12,1	21	21	клапан
18	300	5,3	200x100	4,5	2	10,6	0,9	12,1	11	21	клапан
19	260	3	160	4	1,32	4	1,3	9,6	13	17	клапан
20	40	1,8	80	4	3,14	5,7	1,4	9,6	14	20	клапан
21	120	1,3	150x100	4	1,9	2,5	2,18	9,6	21	24	клапан
<b>Расчет магистрали П2</b>											
1	220	8,3	140	4	1,56	12,9	1,46	9,6	14	27	27
2	320	3	150x150	4	1,4	4,2	0	9,6	0	4	31
3	420	2	200x150	4	1,2	2,4	0	9,6	0	2	33
4	640	1,1	200x200	4,5	1,2	1,32	0	12,1	0	1	34
5	740	1,7	200x200	5	1,5	2,55	0	15	0	2	36
6	960	4,3	250x200	5,5	1,57	6,75	0	18,2	0	7	43
7	1160	1,3	250x200	6,5	2,1	2,73	0	25,4	0	3	46
8	1380	1,4	300x200	6,5	1,9	2,7	0	25,3	0	3	49
9	1480	3,8	300x250	6,5	1,7	6,5	0,24	25,4	6	12	61
10	1700	12,8	300x250	6,5	1,7	21,8	0,72	25,4	18	41	102
11	1700	23,3	300x250	6,5	1,7	39,6	0,72	25,4	18	58	160
12	1700	26,65	300x250	6,5	1,7	45,3	0,72	25,4	18	63	223
13	1700	30,05	300x250	6,5	1,7	51,1	0,72	25,4	18	69	292
14	6800	3,25	500x500	6,5	0,83	2,7	0,86	25,4	22	25	317
<b>Расчет ответвлений</b>											
15	100	2	100	4	2,38	4,8	1,45	9,6	14	19	клапан
16	100	2	100	4	2,38	4,8	1,4	9,6	13	18	клапан
17	220	4	140	4	1,56	6,24	1,53	9,6	15	21	клапан
18	100	2	100	4	2,38	4,8	1,3	9,6	13	18	клапан
19	220	4	140	4	1,56	6,24	1,43	9,6	14	20	клапан
20	200	2	140	4	1,56	3,12	1,43	9,6	14	17	клапан

Окончание таблицы 4.3

№уч.	L м <sup>3</sup> /ч	l,м	d,ахв, мм	V, м/с	R Па/м	R*l, Па	$\sum \xi$	Pд, Па	Z	$\Delta P$ , Па	$\sum \Delta P$ , Па
21	220	4	140	4	1,56	6,24	1,43	9,6	14	20	клапан
22	100	2	100	4	2,38	4,8	1,3	9,6	13	18	клапан
23	220	8,8	140	4	1,56	13,73	1,46	9,6	14	28	клапан

**Расчет магистрали В1**

1	40	1,2	80	3	1,9	22,8	2,1	5,4	11	34	34
2	515	4,5	200x150	5	1,8	8,1	0	15	0	8	42
3	990	1,4	300x200	5	1,2	1,7	0,1	15	2	4	46
4	1140	2	300x200	5	1,2	2,4	0,25	15	4	6	52
5	1615	1	300x250	5	1	1	0,1	15	2	3	55
6	1725	3,9	300x250	5,5	1,2	4,7	0,1	18,2	2	7	62
7	2200	2	400x250	5,5	1,1	2,2	0	18,2	0	2	64
8	2380	2,3	400x250	6	1,25	2,9	0,1	21,6	2,16	5	69
9	2980	1,2	500x250	6,5	1,3	1,6	0,42	25,4	11	13	82

**Расчет ответвлений**

10	475	4,3	225	5	1,3	5,6	2,3	15	35	41	41
11	475	4,3	180	5,5	2	8,6	2,3	18,2	42	51	51
12	150	1,7	125	5	2,66	4,5	3,58	15	54	59	59
13	475	4,3	225	5	1,3	5,6	1,85	15	28	34	клапан
14	110	1,7	100	5	3,12	5,3	1,6	15	24	29	клапан
15	475	4,3	225	5	1,3	5,6	1,7	15	26	32	клапан
16	180	2,9	140	5	1,95	5,7	2,44	15	37	43	клапан
17	600	1,9	250	5	1,16	2,2	1,7	15	26	28	клапан

**Расчет магистрали В2**

1	220	4,9	140	4	1,56	2,8	1,46	9,6	14	17	17
2	440	3,7	200x150	4	1,2	4,4	0	9,6	0	4	21
3	540	1,2	200x200	4	1	1,2	0,25	9,6	2,4	4	25
4	860	4,9	250x200	4,5	1,1	5,4	0	12,1	0	5	30
5	960	3	250x200	5	1,3	3,9	0	15	0	4	34
6	1060	2,7	250x200	6	1,8	4,9	0	21,6	0	5	39
7	1280	0,35	300x200	6	1,7	0,6	0	21,6	0	1	40
8	1380	1,1	300x200	6	1,7	1,9	0	21,6	0	2	42
9-	1600	1,3	300x250	6	1,45	1,9	0,1	21,6	2	4	46
10	1700	16,3	300x250	6	1,45	23,6	0,48	21,6	10	34	-
11	1700	12,9	300x250	6	1,45	18,9	0,48	21,6	10	29	-
12	1700	9,6	300x250	6	1,45	14	0,48	21,6	10	24	-
13	1700	6,2	300x250	6	1,45	9	0,48	21,6	10	19	-
14	6800	5	500x500	6,5	0,83	4,15	0,86	25,4	22	26	152

**Расчет ответвлений**

15	220	1,8	140	4	1,56	2,8	1,66	9,6	16	19	19
16	100	3,6	100	4	2,38	8,6	1,4	9,6	13	22	22
17	220	1,8	140	4	1,56	2,8	1,52	9,6	15	18	клапан
18	200	2,8	140	4	1,56	4,4	1,45	9,6	14	18	клапан
19	100	3,6	100	4	2,38	8,6	1,3	9,6	13	21	клапан
20	220	1,8	140	4	1,56	2,8	1,42	9,6	14	17	клапан
21	100	3,6	100	4	2,38	8,6	1,3	9,6	13	21	клапан

## **4.6 Подбор оборудования**

### **4.6.1 Подбор приточных и вытяжных установок**

В качестве приточных систем устанавливаем системы VS фирмы Ventus, состоящие из отдельных функциональных секций, соединенных между собой.

Используя заданный расход воздуха и необходимые функции обработки воздуха: фильтрация, нагревание, охлаждение, по прайсам Ventus подбираем приточные установки.

По каталогам «Артика» подбираем канальные вентиляторы в изолированном корпусе типа IRE, используя заданный расход воздуха.

### **4.6.2 Теплоснабжение приточных камер**

Подбор всего оборудования для теплоснабжения приточных камер, осуществляется по программе РОТОК.

- 1) Фильтры сетчатые предназначены для установки в трубопроводных системах с целью механической очистки воды от твердых включений.
- 2) Запорная трубопроводная арматура служит для перекрытия потока перемещаемой по трубопроводам среды различных параметров и представлена шаровыми кранами и балансировочными клапанами. В качестве спускной арматуры предлагается шаровой кран муфтовый.
- 3) Автоматические воздухоотводчики служат для выпуска воздуха.
- 4) Циркуляционные насосы Star-RS. Благодаря автоматическому регулированию мощности и универсальным режимам системы управления насосы в течении года достигают высокого КПД и тем самым снижают энергопотребление.

Результаты расчета и подбора оборудования и материалов представлены в Приложение А.

## **5 Технология возведения инженерных систем ТГВ**

В настоящее время при сооружении систем отопления и вентиляции широко применяется индустриализация монтажных работ. Сущность индустриализации монтажа заключается в разделении заготовительных и сборочных работ. Отдельные узлы трубопроводов, воздуховоды, отдельные узлы установок изготавливаются в центральных заготовительных мастерских или на монтажных заводах. Монтажные работы на объектах сводятся в основном к сборке готовых узлов и конструкций. При подготовке к монтажным работам выбирается метод производства работ, составляется проект, выдаются заказы и материалы, оборудование, монтажные заготовки, механизмы и необходимые инструменты.

### **5.1 Описание систем вентиляции**

Система вентиляции приточная, предназначенная для подачи воздуха в помещение с определенными параметрами температуры и влажности. Система вентиляции вытяжная предназначена для удаления отработанного воздуха из помещения.

### **5.2 Подготовительные работы перед монтажом вентиляционных систем**

Начальными этапами подготовки являются детальное ознакомление с рабочим проектом указанных систем и разработка проекта производства работ, монтажных чертежей и эскизов для передачи на завод вентиляционных заготовок.

Готовность объекта к монтажу оформляют актом, который подписывается представителями генерального подрядчика и организации, производящей монтажные работы. К началу монтажных работ генподрядчик обязан предоставить монтажникам вентиляционных систем помещение для мастерской, прорабской, бытовок для рабочих с помещением для приема пищи, площадки для открытого хранения материалов, изделий и оборудования.

В состав рабочего проекта на сооружение вентиляционных систем должны входить: заглавный лист, в котором приводятся характеристики систем, типы и марки принятого оборудования; поэтажные планы, планы подвала и чердака, разрезы здания с нанесением на них мест прокладки воздуховодов, установки оборудования, закладных деталей.

В состав проекта производства работ по монтажу систем вентиляции должны входить: календарный план производства монтажных работ, в

котором перечислены все работы по монтажу систем и определены сроки работ по объекту, а также график движения рабочей силы. Здесь же должны быть приложены технологические карты монтажа особо сложных узлов и систем; схемы подъема грузов, в которых разработаны способы доставки громоздких и тяжелых грузов; график поставки изделий и заготовок, в котором указаны сроки их поставки по каждой системе; заказы на изготовление воздуховодов и прочих изделий. ППР должен быть утвержден главным инженером монтажной организации, согласован с генеральным подрядчиком и дирекцией строящегося предприятия.

В состав монтажного проекта входят: монтажные схемы систем, эскизы ненормализованных деталей, чертежи расположения воздуховодов вблизи других коммуникаций. Монтажный проект предназначен для заготовительного производства, но его используют и при монтаже.

Генеральный подрядчик к времени начала монтажа системы вентиляции обязан выполнить следующие общестроительные работы:

- смонтировать стены, междуэтажные перекрытия, строительные конструкции венткамер;
- устроить полы и фундаменты в местах установки оборудования;
- смонтировать кронштейны и опоры, нанести на стены вспомогательные отметки, равные отметкам покрытия пола плюс 500 мм;
- оштукатурить стены в местах прокладки воздуховодов и установки оборудования;
- остеклить оконные проемы и утеплить входы;
- установить закладные детали для крепления воздуховодов и оборудования;
- обеспечить возможность включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;
- выполнить мероприятия, обеспечивающие безопасное производство монтажных работ.

### **5.3 Последовательность монтажа систем вентиляции**

При монтаже систем вентиляции используют специальное оборудование и материалы: сварочный аппарат, дрель, перфоратор, шуруповерт, болгарка, лебедка, строительные леса, лестницы, стремянки, монтажные пояса, комплект инструментов (пассатижи, отвертки, плоскогубцы и т.п.).

#### **5.3.1 Монтаж приточных камер**

Типовые приточные вентиляционные камеры состоят из отдельных секций; вентиляторной, соединительной и приемной. Секции камер доставляют на объект в собранном виде или отдельными узлами и панелями.

Для монтажа вентиляционных камер принимают грузоподъемные механизмы. Секции камер монтируют в направлении от приемного клапана к вентиляторному агрегату в такой последовательности:

- устанавливают грузоподъемные средства;
- монтируют в воздухозаборе приемный клапан и патрубок, соединяющий клапан с приемной секцией; длина патрубка определяется толщиной стены; стропят приемную секцию;
- устанавливают приемную секцию;
- присоединяют приемную секцию на болтах, применяя прокладки.

В такой же последовательности устанавливают остальные секции камеры.

Секции между собой соединяются на болтах, применяя прокладки из мягкой резины. Соединительные, калориферные и приемные секции вентиляционных камер монтируются непосредственно на полу. Вентиляторные секции устанавливают в канале. К соединительной секции и подающему воздуховоду вентилятор присоединяют гибкими вставками.

### **5.3.2 Монтаж воздуховодов**

Перед монтажом воздуховодов изучают рабочие и монтажные чертежи вентиляционных систем, затем проверяют строительную готовность объекта под монтаж. До начала монтажа воздуховодов должны быть подготовлены:

- отверстия в стенах, перегородках и перекрытиях для прохода воздуховодов;
- монтажные проемы для такелажа воздуховодов;
- закладные детали для крепления воздуховодов (в случаях, предусмотренных проектом);
- проходы и проезды к месту монтажа;
- оштукатуренные стены и потолки в местах прокладки воздуховодов;
- отметки чистого пола.

### **5.3.3 Установка средств крепления воздуховодов**

Крепления горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов (хомуты, подвески, опоры и др.) на бесфланцевом соединении устанавливают на расстоянии не более 4м одного от другого при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения менее 400мм и на расстоянии не более 3м одного от другого – при 400 мм и более.

Крепления воздуховодов на фланцевом соединении круглого сечения диаметром до 2000 мм и прямоугольного сечения с размером его большей стороны до 2000 мм устанавливают на расстоянии не более 6м.

Крепления вертикальных металлических воздуховодов располагают на расстоянии не более 4 м одного от другого.

Растяжки и подвески не разрешается крепить непосредственно к фланцам воздуховодов. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

#### **5.3.4 Правила монтажа металлических воздуховодов**

- При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие основные требования СНиП: воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование;
- вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты;
- воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, в нижней части не должны иметь продольных швов;
- разводящие участки воздуховодов, на которых возможно выпадение конденсата из транспортируемого влажного воздуха, монтируют с уклоном 0.01 – 0.015 в сторону дренирующих устройств.

Монтаж металлических воздуховодов, как правило, следует вести способами, предусмотренными «Типовыми технологическими картами на монтаж систем промышленной вентиляции и кондиционирования воздуха» (серия ТТК – 7.05.01).

Способ монтажа металлических воздуховодов выбирают в зависимости от их положения (горизонтальное, вертикальное), размещение относительно строительных конструкций (внутри или снаружи здания, у стены, у колонн, в межферменном пространстве, в шахте, на кровле здания) и характера здания (одно – или многоэтажное, промышленное, общественное и т. п.).

#### **5.3.5 Испытание систем вентиляции**

После окончания монтажа систем производят их испытания и монтажную наладку на проектные показатели по расходу воздуха. Установки вентиляции и кондиционирования воздуха до их испытания должны непрерывно и исправно проработать в течение 4ч. В процессе испытаний проверяют:

- отсутствие неплотностей в воздуховодах и других элементов систем;
- соответствие проектным данным производительности вентиляторов;

- соответствие проектным данным объемов воздуха, проходящего через воздухораздаточные или воздухоприемные устройства общеобменных установок вентиляции и кондиционирования воздуха;
- равномерность прогрева калориферов.

Аэродинамические испытания и наладка систем на проектные параметры основаны на измерении скоростей движения воздуха на различных участках вентиляционной сети и определении объемов перемещаемого воздуха на этих участках. Скорость движения воздуха измеряют непосредственно анемометрами или определяют расчетом.

Результаты испытаний и наладки заносят в специальные паспорта вентиляционных установок.

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

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

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

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

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

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

В местах пересечения трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками устанавливают гильзы заподлицо с поверхностями стен и перегородок и выше на 20 – 30 мм отметки чистого пола. Зазор между гильзой и трубой, обеспечивающей свободное перемещение трубы при

изменении температуры теплоносителя, заполняется согласно проектным решениям в зависимости от температуры теплоносителя.

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

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

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

## **5.5 Последовательность монтажа системы отопления**

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

### **5.5.1 Монтаж отопительных приборов**

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

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

Расположение отопительных приборов средств регулирования, подводок и обвязок для различных систем отопления определяется

проектной документацией, с выполнением нормативов: расстояние от оси трубопровода до поверхности штукатурки стены равно 35 мм для труб диаметром до 32 мм; радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки стены. При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проёма.

### **5.5.2 Монтаж запорной арматуры и регуляторов системы отопления**

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

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

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

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

Остальная запорная арматура монтируется в горизонтальном положении. Направление потока – под клапан.

Установка регуляторов, предохранительных клапанов и контрольно-измерительных приборов производится согласно рабочему проекту или в соответствии с заводской инструкцией.

Манометры одного назначения, устанавливают на трубопроводах и оборудовании, целесообразно располагать на одном уровне с монтажом перед каждым манометром трёхходового крана.

Штуцера термометров должны находиться в потоке теплоносителя, против направления движения среды.

Расширительные баки устанавливают на опорах, кронштейнах или подвешивают на хомутах в верхней точке системы отопления и присоединяют системой беззапорных и регулировочных устройств. На строительной площадке расширительные баки устанавливают согласно монтажному проекту в проектное положение, подсоединяют к соответствующим трубам и покрывают тепловой изоляцией.

Горизонтальные воздухосборники устанавливают в высших точках системы на горизонтальных участках трубопроводов. На патрубках для выпуска воздуха устанавливается запорный вентиль для отвода воздуха или

конденсата в атмосферу или канализационную сеть. В неотапливаемых помещениях воздухосборники покрываются тепловой изоляцией.

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

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

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

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

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

Водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течении 5 мин нахождения её под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

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

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

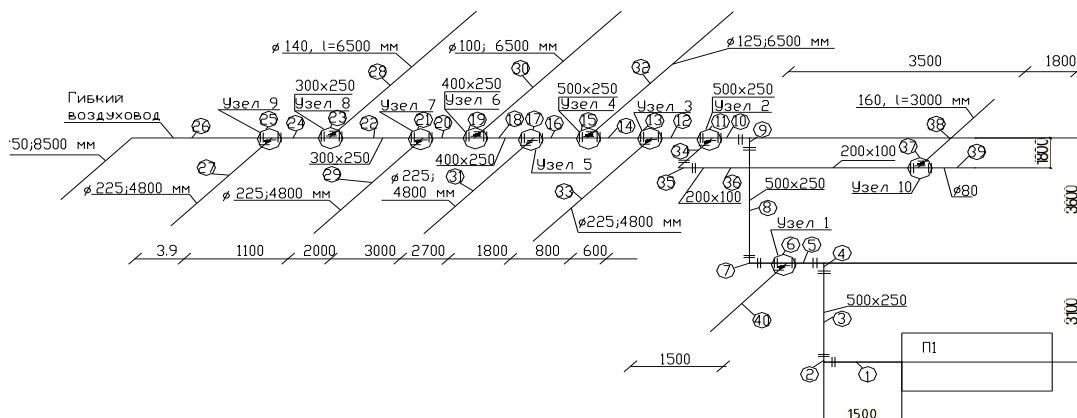
Исправное и эффективное действие систем отопления определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в

подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха, но не менее  $50^{\circ}\text{C}$ , и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

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

## 5.6 Расчет заготовительных длин

Монтажная схема системы  
вентиляции



1 деталь: Воздуховод  $500 \times 250$

$$L1=1500-L2=1500-320=1180 \text{ мм.}$$

2 деталь: Отвод 90  $500 \times 250$

$$L2=320 \text{ мм}$$

3 деталь: Воздуховод  $500 \times 250$

$$L3=3100-L2-L4=3100-320-320=2460 \text{ мм.}$$

4 деталь: Отвод 90  $500 \times 250$

$$L4=320 \text{ мм.}$$

5 деталь: Воздуховод  $500 \times 250$

$$L5=1500-L4-L6=1500-320-175=1005 \text{ мм.}$$

6 деталь: Тройник см. Узел 1

$$L6=175 \text{ мм.}$$

7 деталь: Отвод 90  $500 \times 250$

$$L7=320 \text{ мм.}$$

8 деталь: Воздуховод  $500 \times 250$

$$L8=3600-L7-L9=3600-320-320=2960 \text{ мм.}$$

9 деталь: Отвод 90  $500 \times 250$

$$L7=320 \text{ мм.}$$

10 деталь: Воздуховод  $500 \times 250$

$$L10=600-L9-L10=600-320-100=180 \text{ мм.}$$

11 деталь: Тройник см. Узел 2

$$L11=100 \text{ мм.}$$

- 12 деталь: Воздуховод 500x250  
L12=800-L11-L13=800-200-175=425 мм.
- 13 деталь: Тройник см. Узел 3  
L13=175 мм.
- 14 деталь: Воздуховод 500x250  
L14=1800-L13-L15=1800-175-120=1505 мм.
- 15 деталь: Тройник см. Узел 4  
L13=120 мм.
- 16 деталь: Воздуховод 500x250  
L16=2700-L15-L17=2700-120-175=2405 мм.
- 17 деталь: Тройник см. Узел 5  
L17=175 мм.
- 18 деталь: Воздуховод 400x250  
L18=3000-L17-L19=3000-275-120=2605 мм.
- 19 деталь: Тройник см. Узел 6  
L19=120 мм.
- 20 деталь: Воздуховод 400x250  
L20=2000-L19-L21=2000-120-175=1705 мм.
- 21 деталь: Тройник см. Узел 7  
L21=175 мм.
- 22 деталь: Воздуховод 300x250  
L22=1100-L21-L23=1100-275-130=695 мм.
- 23 деталь: Тройник см. Узел 8  
L23=130 мм.
- 24 деталь: Воздуховод 300x250  
L24=3900-L23-L25=3900-130-175=3595 мм.
- 25 деталь: Тройник см. Узел 9  
L25=175 мм.
- 26 деталь: Воздуховод d=250  
L26=8500-L25=8500-445=8055 мм.
- 27 деталь: Воздуховод d=225  
L27=8500-L25=4800-420=4380 мм.
- 28 деталь: Воздуховод d=140  
L28=6500-L23=6500-420=6080 мм.
- 29 деталь: Воздуховод d=225  
L29=4800-L21=4800-470=4380 мм.
- 30 деталь: Воздуховод d=100  
L30=6500-L19=6500-470=6030 мм.
- 31 деталь: Воздуховод d=225  
L31=4800-L17=4800-520=4280 мм.
- 32 деталь: Воздуховод d=125  
L32=6500-L15=6500-520=5980 мм.
- 33 деталь: Воздуховод d=225

L33=4800-L13=4800-520=4280 мм.

34 деталь: Воздуховод 200x100

L34=1800-L11-L35=1800-350-250=1200 мм.

35 деталь: Отвод 90 200x100

L35=250 мм.

36 деталь: Воздуховод 200x100

L36=3500-L37-L35=3500-140-250=3110 мм.

37 деталь: Тройник см. Узел 10

L37=140 мм.

38 деталь: Воздуховод d=160

L38=3000-L37=3000-370=2630 мм.

39 деталь: Воздуховод d=80

L39=1800-L37=1800-410=1390 мм.

40 деталь: Воздуховод 150x100

L40=1300-L6=1300-225=1075 мм.

## 5.7 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления

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

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

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

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

Сальники у задвижек, вентиляй и кранов должны быть при температуре теплоносителя до 100  $^{\circ}\text{C}$  хлопчатобумажной, льняной, пеньковой, фторопластовой набивкой, а при паре или воде с температурой более 100  $^{\circ}\text{C}$  асбестовой, тальковой, плетеной или фторопластовой набивкой. Основные инструменты постоянного использования указаны в таб.5.1

Таблица 5.1-Инструменты постоянного пользования.

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

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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

Проектирование систем вентиляции представляет собой комплекс взаимосвязанных задач: обоснование воздухообменов, аэродинамический расчёт воздуховодов, подбор основного и вспомогательного оборудования.

В бакалаврской работе запроектированы системы отопления и системы вентиляции с механическим побуждением, создающие допустимые параметры микроклимата, как на рабочих местах, так и в целом помещении .

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

А так же в результате проектирования системы отопления и вентиляции в административном центре были приняты следующие решения:

- центральная система отопления;

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование /Минстрой России. – М. : 2004 – 66 с.
- 2 СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий /Госстрой России М.: ГП ЦПП, 2004 – 56с.
- 3 СНиП 23-01-99. Строительная климатология. М.: Стройиздат, 1983 -136 с.
- 4 СНиП 2.08.02-89\*. Общественные здания и сооружения /Минстрой России М.: ГП ЦПП, 1996 – 41с.
- 5 СНиП 31-05-2003. Общественные здания и сооружения /Госстрой РФ.: , 2003 №108
- 6 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.І. Отопление / Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990 – 344с.
- 7 Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / В.П.Титов и др. – М.: Стройиздат 1985-208с.
- 8 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.ІІ. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990-370с.
- 9 Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч 2. Вентиляция /Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439с.
- 10 Справочное пособие для расчета стальных отопительных конвекторов типа «Комфорт».
- 11 Говоров В.П. и Стешенко А.Л. Производство санитарно-технических работ. – М.: Стройиздат, 1976. – 400с.
- 12 Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М: Стройиздат, 1990. – 495с. – (Справочник строителя).
- 13 Ананьев В.А., Балуева Л.Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие-М.: «Евроклимат», издательство «Арина», 2000- 416с.
- 14 Титов В.П. и др. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских зданий: Учеб. Пособие для вузов –М.: Стройиздат, 1985.-208с
- 15 Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989.– 306 с.

**Приложение А - Спецификация оборудования и материалов**

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

Продолжение таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
22	То же Ø50	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	25	
23	Теплоизоляционный материал δ=20 мм			Россия	м	71	
24	Антикоррозийное покрытие			Россия	м2	10	
25	Окраска металлических огрунтованных поверхностей эмалью ХВ-7141			Россия	м2	31	
26	Приточная установка	VS-55-R-HC/S		VTS	шт	1	
27	Воздухонагреватель	НТ		Аркtos	шт	1	
28	Фильтр	G4/F5		Аркtos	шт	1	
29	Шумоглушитель	RSA 1000		Аркtos	шт	1	
30	Клапан воздушный	ABK		Аркtos	шт	1	
31	Гибкая вставка	«Isodec»			м	6	
32	Огнезадерживающий клапан	OKC-1		Аркtos	шт	2	
33	Решетка воздухораспределительная 700x150	AMP		Аркtos	шт	10	
34	То же 500x150	AMP		Аркtos	шт	2	
35	То же 300x100	AMP		Аркtos	шт	2	
36	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,7 мм 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
37	То же 400x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
38	То же 500x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
39	То же 500x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
40	То же 600x400	ГОСТ 14918-80		Россия	м	20	
41	То же 800x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
42	Теплоизоляция δ=50 мм	«URSA»			м3	1	
43	Приточная установка	VS-75-R-H/S		VTS	шт	1	

Продолжение таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
44	Воздухонагреватель	НТ		Аркtos	шт	1	
45	Фильтр	G4/F5		Аркtos	шт	1	
46	Гибкая вставка	«Isodec»			м	6	
47	Шумоглушитель	RSA 1000		Аркtos	шт	1	
48	Клапан воздушный	ABK		Аркtos	шт	1	
49	Огнезадерживающий клапан 600x500	OKC-1		Аркtos	шт	2	
50	Решетка воздухораспределительная 700x300	AMP		Аркtos	шт	4	
51	То же 500x200	AMP		Аркtos	шт	6	
52	То же 400x100	AMP		Аркtos	шт	3	
53	То же 300x150	AMP		Аркtos	шт	2	
54	То же 300x100	AMP		Аркtos	шт	4	
55	То же 200x100	AMP		Аркtos	шт	4	
56	Дросселирующий клапан 800x300			Аркtos	шт	1	
57	Дросселирующий клапан 500x300			Аркtos	шт	1	
58	Дросселирующий клапан 250x250			Аркtos	шт	1	
59	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 100x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	15	
60	То же 150x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
61	То же 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	7	
62	То же δ=0,7 мм 250x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	25	
63	То же 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
64	То же 400x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
65	То же 500x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	10	
66	То же 600x500	ГОСТ 14918-80		Россия	м	16	
67	То же 800x300	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	

Продолжение таблицы .4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
74	Клапан воздушный	KBK 250		Аркторс	шт	1	
75	Гибкая вставка	DS 250		Аркторс	шт	2	
76	Решетка воздухораспределительная 300x100	AMP		Аркторс	шт	4	
77	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	13	
78	Теплоизоляция δ=50 мм	URSA			м3	0,1	
79	Приточная установка				шт	1	
80	Радиальный вентилятор	RK 500* 300B3		Ostberg	шт	1	
81	Воздухонагреватель 500x300	PBAS 500x330-2-2,5		Polar Bear	шт	1	
82	Фильтр 500x300	FLR 500x300		Ostberg	шт	1	
83	Шумоглушитель 500x300	RSA 500x300/1000		Polar Bear	шт	1	
84	Клапан воздушный 500x300	ABK 500x300		Аркторс	шт	1	
85	Гибкая вставка	DS 50-20		Ostberg	шт	2	
86	Огнезадерживающий клапан 500x300	OKC-1		Аркторс	шт	2	
87	Решетка воздухораспределительная 500x150	AMP		Аркторс	шт	4	
88	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 250x150	ГОСТ 14918-80		Россия	м	22	
89	То же δ=0,7 мм 300x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
90	Теплоизоляция δ=50 мм	URSA		Россия	м3	0,3	
91	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
92	Шумоглушитель Ø160	CSA160 /900		Аркторс	шт	1	
93	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Аркторс	шт	1	

Продолжение таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
96	Огнезадерживающий клапан 200x100	OKC-1		Арктос	шт	1	
97	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	6	
98	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
99	То же 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
100	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
101	То же Ø200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
102	Теплоизоляция δ=50мм			Россия	м2	1	
103	Вентилятор канальный	KVKF 100		Systemair	шт	1	
104	Шумоглушитель Ø100	CSA 100/900		Арктос	шт	1	
105	Обратный клапан Ø100	RSK 100		Арктос	шт	1	
106	Гибкая вставка Ø100	DS100		Арктос	шт	2	
107	Быстроъемный хомут Ø100	MX100		Арктос	шт	2	
108	Решетка воздухораспределительная 150x150	AMP		Арктос	шт	1	
109	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
110	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	0,25	
111	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
112	Шумоглушитель Ø160	CSA 160/900		Арктос	шт	1	
113	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Арктос	шт	1	
114	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2	
115	Быстроъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2	

Продолжение таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
118	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	0,4	
119	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1	
120	Шумоглушитель Ø160	CSA 160/900		Аркtos	шт	1	
121	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Аркtos	шт	1	
122	Гибкая вставка Ø160	DS160		Аркtos	шт	2	
123	Быстроъемный хомут Ø160	MX160		Аркtos	шт	2	
124	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Аркtos	шт	4	
125	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
126	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 14918-80		Россия	м	10	
127	Теплоизоляция δ=50мм			Россия	м2	0,8	
128	Вентилятор канальный	KVKF 200		Systemair	шт	1	
129	Шумоглушитель Ø200	CSA 200/900		Аркtos	шт	1	
130	Обратный клапан Ø200	RSK 200		Аркtos	шт	1	
131	Гибкая вставка Ø200	DS200		Аркtos	шт	2	
132	Быстроъемный хомут Ø200	MX200		Аркtos	шт	2	
133	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Аркtos	шт	8	
134	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	18	
135	То же 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
136	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
137	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	1	

Продолжение таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
141	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2	
142	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2	
143	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	4	
144	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 14918-80		Россия	м	8	
145	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
146	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	0,7	
147	Вентилятор канальный	KVKF 400		Systemair	шт	1	
148	Шумоглушитель 600x400	CSA 600x400/1000		Арктос	шт	1	
149	Обратный клапан 600x400	RSK 600x400		Арктос	шт	1	
150	Гибкая вставка Ø400	DS400		Арктос	шт	2	
151	Быстросъемный хомут Ø400	MX400		Арктос	шт	2	
152	Зонт из нержавеющей стали для местного отсоса 800x800x450			Gastrotehnika	шт	16	
153	Дросселирующий клапан 200x200			Арктос	шт	12	
154	Дросселирующий клапан 250x200			Арктос	шт	1	
155	Дросселирующий клапан 300x200			Арктос	шт	3	
156	Огнезадерживающий клапан 600x400	OKC-1		Арктос	шт	1	
157	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
158	То же 300x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
159	То же δ=0,7 мм 400x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
160	То же 500x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
161	То же 500x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	

Окончание таблицы 4.4

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса
165	Шумоглушитель 500x600	CSA 500x600/1000		Аркtos	шт	1	
166	Обратный клапан 500x600	RSK 500x600		Аркtos	шт	1	
167	Гибкая вставка Ø400	DS400		Аркtos	шт	2	
168	Быстроъемный хомут Ø400	MX400		Аркtos	шт	2	
169	Зонт из нержавеющей стали для местного отсоса 800x800x450			Gastrotehnika	шт	17	
170	Дросселирующий клапан 200x200			Аркtos	шт	14	
171	Дросселирующий клапан 250x200			Аркtos	шт	3	
172	Огнезадерживающий клапан 500x600	ОКС-1		Аркtos	шт	2	
173	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	4	
174	То же 250x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	3	
175	То же 300x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
176	То же δ=0,7 мм 400x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	12	
177	То же 500x200	ГОСТ 14918-80		Россия	м	5	
178	То же 600x250	ГОСТ 14918-80		Россия	м	6	
179	То же 500x600	ГОСТ 14918-80		Россия	м	8	
180	Теплоизоляция δ=50 мм			Россия	м2	2	
У1-У4	Воздушная завеса	AC 205		Friko	шт	4	
У5	Воздушная завеса	AC 203C		Friko	шт	1	

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Обозна- чение системы	Кол. сис- тем	Наименование обслуживаемого помещения (технического оборудования)	Тип установки	Вентилятор				Электрородвигатель				Воздухонагреватель						Фильтр						Примечание			
				Тип испол- нение по взрыво- защите	№	Схема испол- нения	По- ложе- ние	L, м <sup>3</sup> /ч	P, Па	n, об/мин	Тип, исполнение по взрывозащите	N, кВт	n, об/мин	Тип	№	Кол.	Т-ра нагрева, °C	Расход теплоты, Вт	ΔP, Па	Тип	№	Кол.	P, Па	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>	началь- ная	конеч- ная	
П1	1	Помещения первого этажа	VS-30-R-H/S	Пр0*				3360	578	2711	в комплекте	1,5	2860	VS 30 WCL 2	-40	15	62110		VS 30 B.FLT G4	103	-	-	"VTS"				
П2	1	Офисные помещения	VS-55-R-H/S	Пр0*				6800	591	1941	в комплекте	1,97	1420	VS 55 WCL 2	-40	20	137140		VS 55 B.FLT G4	59	-	-	"VTS"				
B1		Помещения первого этажа	IRE 60x35D					3360	350	1280	в комплекте	1,78	1280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"Арктика"		
B2	1	Офисные помещения	IRE 80x35D					6800	400	870	в комплекте	4	870	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	"Арктика"		
У1	2	Выставочный зал	AC205					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5000*	-	-	-	-	-	-	"FRICO"		
У2	1	Вестибюль	AC205					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2500*	-	-	-	-	-	-	"FRICO"		

\* Электроподогрев на одну установку

ВЕДОМОСТЬ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА

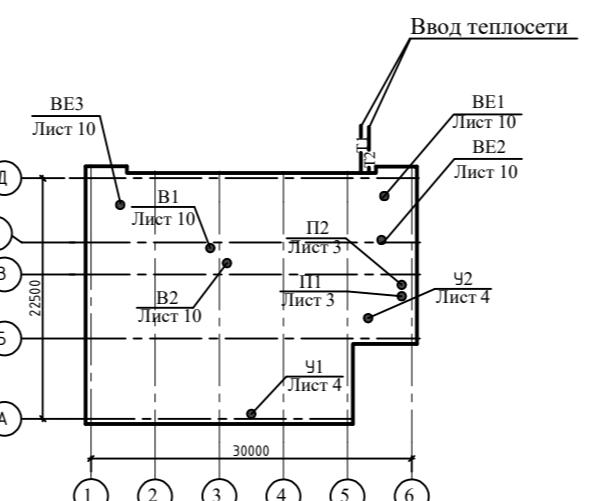
Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	A1
2	Схемы систем П1, В1, ВЕ1-ВЕ3	A1
3	Отопление. План первого этажа	A1
4	Вентиляция. План первого этажа	A1
5	План второго этажа	A1
6	План третьего этажа	A1
7	План четвертого этажа	A1
8	План пятого этажа	A1
9	Схема системы отопления 2	A1
10	Схема системы отопления 1	A1
11	Схемы систем П2, В2	A1
.	.	.
.	.	.
.	.	.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО ЧЕРТЕЖАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Наименование здания (сооружения), помещения	Объем, м <sup>3</sup>	Периоды года при t <sub>h</sub> , °C	Расход теплоты, Вт				Расход холода, Вт	Устано- вленная мощность электро- двигателей, кВт
			на отопле- ние	на венти- ляцию	на горячее водоснаб- жение	общий		
офисное здание	8620	-40	109600	199250	-	308850	-	9,25
			7500*					

\* 7500 Вт на воздушно-тепловые завесы (электроподогрев)

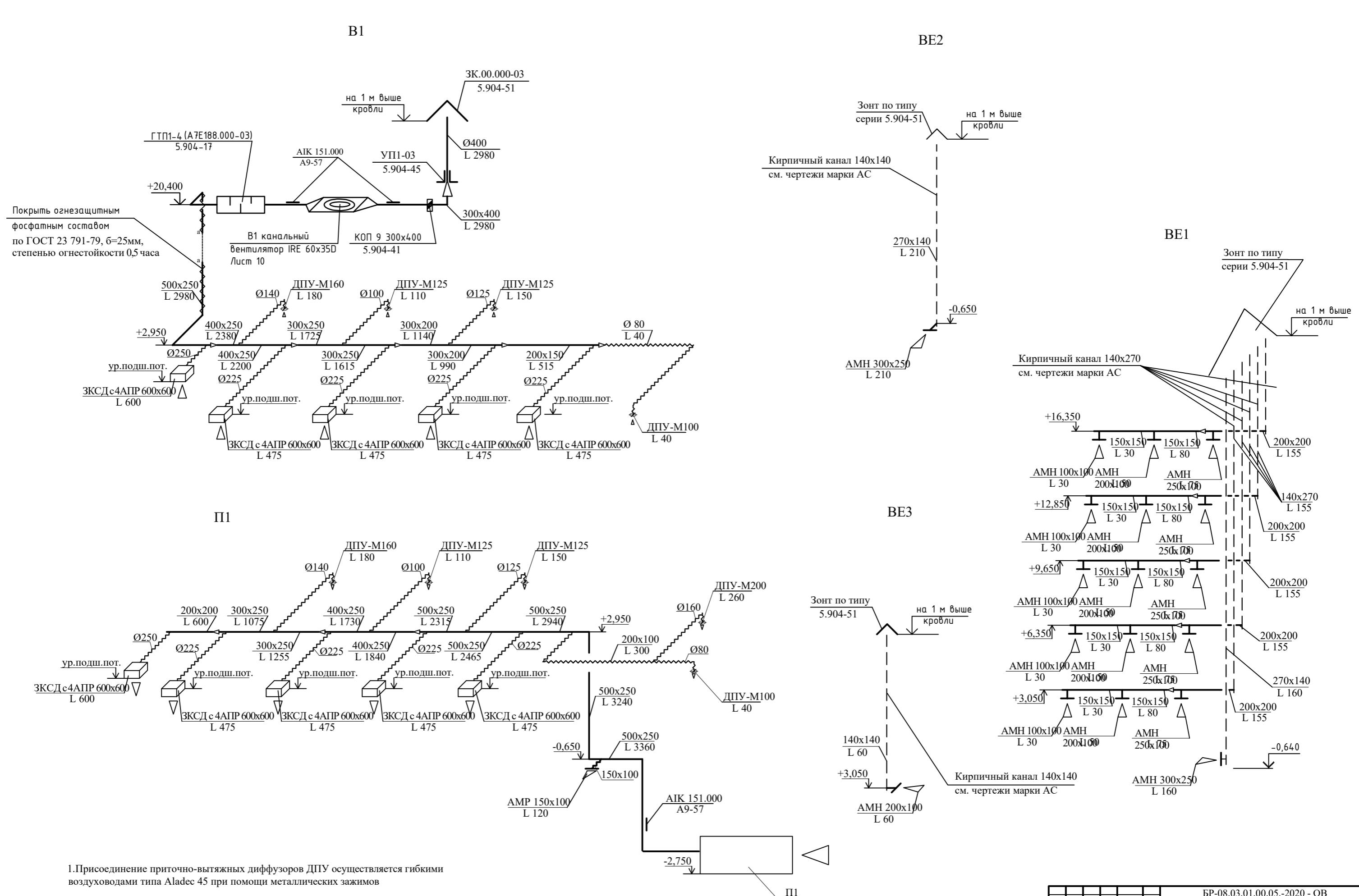
План - схема



ВЕДОМОСТЬ ССЫЛОЧНЫХ И ПРИЛАГАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ

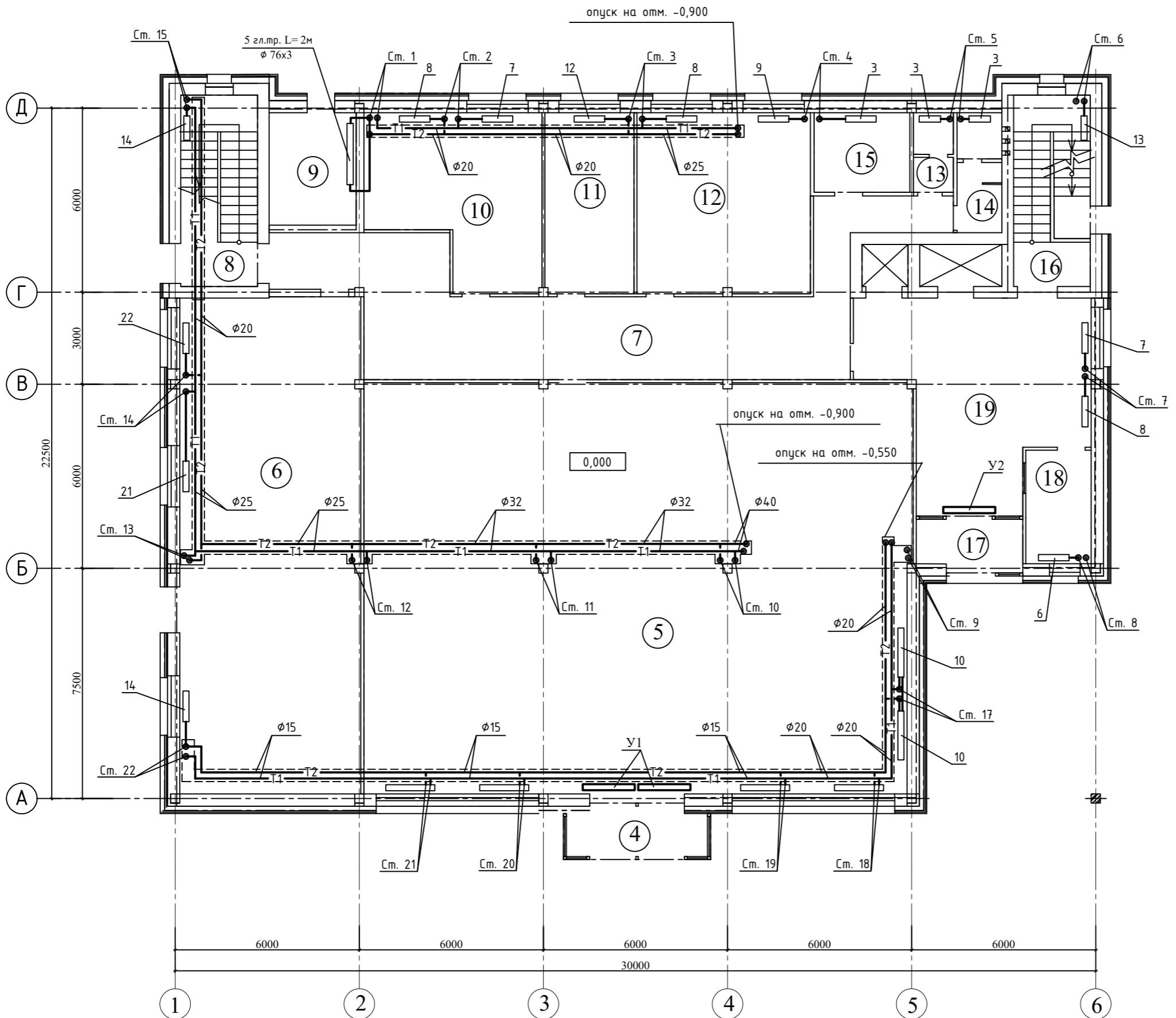
Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Обозначение	Наименование	Примечание
<u>Ссылочные документы</u>					
5.904-1	вып. 0,1		5.904-1	Детали крепления воздуховодов	
5.904-45			5.904-45	Чзлы прохода вентиляционных шахт через покрытия зданий. Чзлы прохода общего назначения	
5.904-51	вып. 1		5.904-51	Зонты и дефлекторы вентиляционных систем	
A9-57			A9-57	Лючки для замера параметров воздуха. Рабочие чертежи повторного применения	
5.904-17	вып.1,2		5.904-17	Глушители шума вентиляционных установок	
4.904-69			4.904-69	Детали крепления санитарно-технических приборов и трубопроводов	
5.904-41			5.904-41	Клапаны обратные общепромышленные круглые и прямоугольные	

Изм.	Кол. л	Лист	Недоч.	Подп.	Дата	БР-08.03.01.00.05-2020 - ОВ
Разработал:	Шаберин					Сибирский федеральный университет
Консульт.:	Смольников					Инженерно-строительный институт
Руководит:	Смольников					Отопление и вентиляция административного центра "Сибирь" в г. Красноярске
Зав. каф.:	Матошенко					Стадия
Норм.котр.:	Смольников					Лист
						10
Общие данные						Кафедра ИСиС



1. Присоединение приточно-вытяжных диффузоров ДПУ осуществляется гибкими воздуховодами типа Aladec 45 при помощи металлических зажимов

2. Воздуховоды систем вентиляции прокладываются в подшивных потолках. При попадании диффузора на конструкцию подшивного потолка, диффузор сдвинуть по месту при помощи гибкого воздуховода в центр ячейки подшивного потолка.

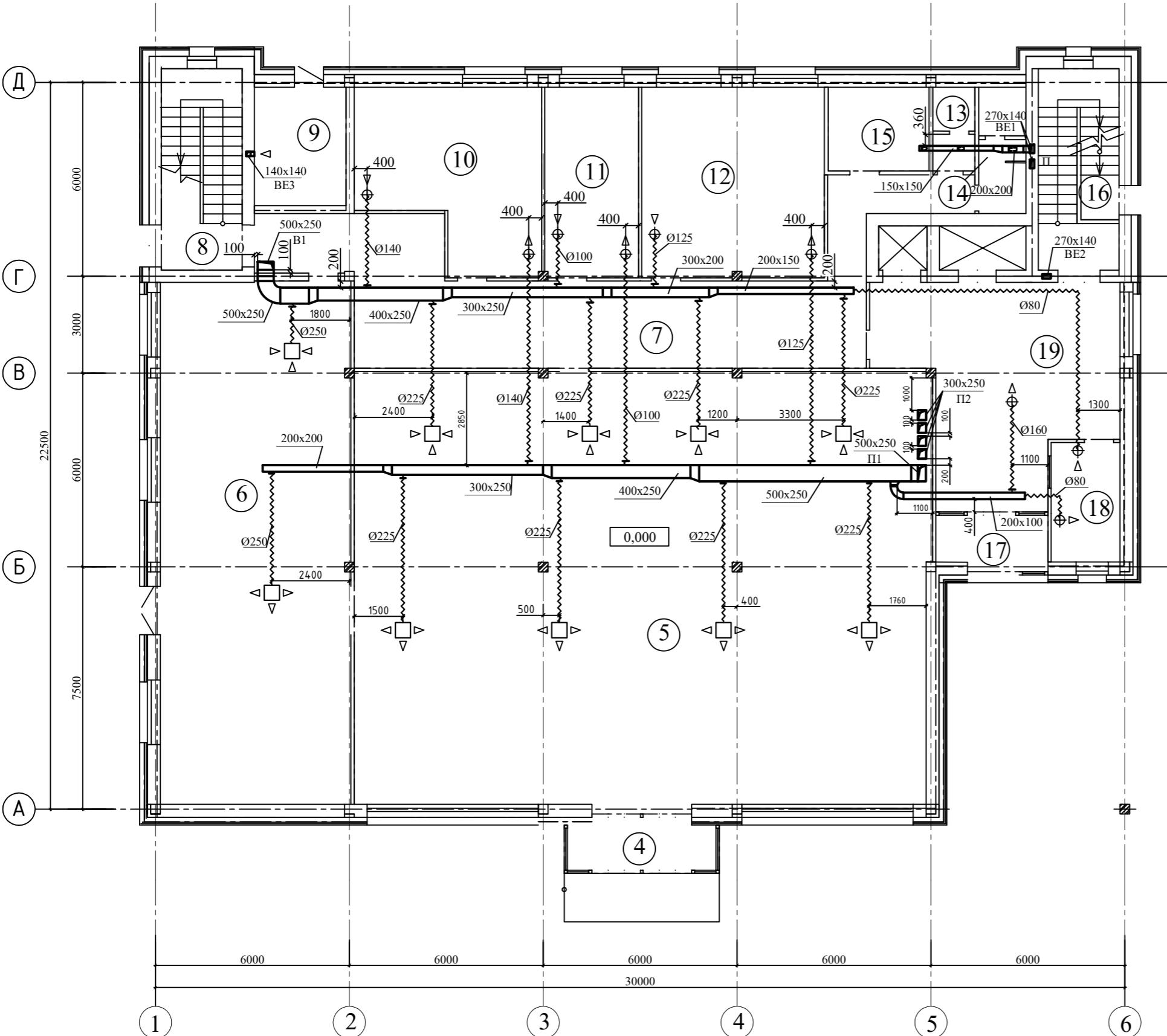


## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
4	Тамбур	6,44
5	Выставочный зал	205,5
6	Загрузочная	95,34
7	Коридор	62,3
8	Лестничная клетка	15,6
9	Электрощитовая	10,39
10	Бухгалтерия	28,13
11	Кабинет гл.бухгалтера	17,09
12	Комната персонала	33,22
13	Женский сан.узел	3,38
14	Мужской сан.узел	5,63
15	КУиН	8,11
16	Лестничная клетка	15,6
17	Тамбур	5,23
18	Комната охраны	7,86
19	Вестибюль	40,98

EP-08.03.01.00.05,-2020 - QB

Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт

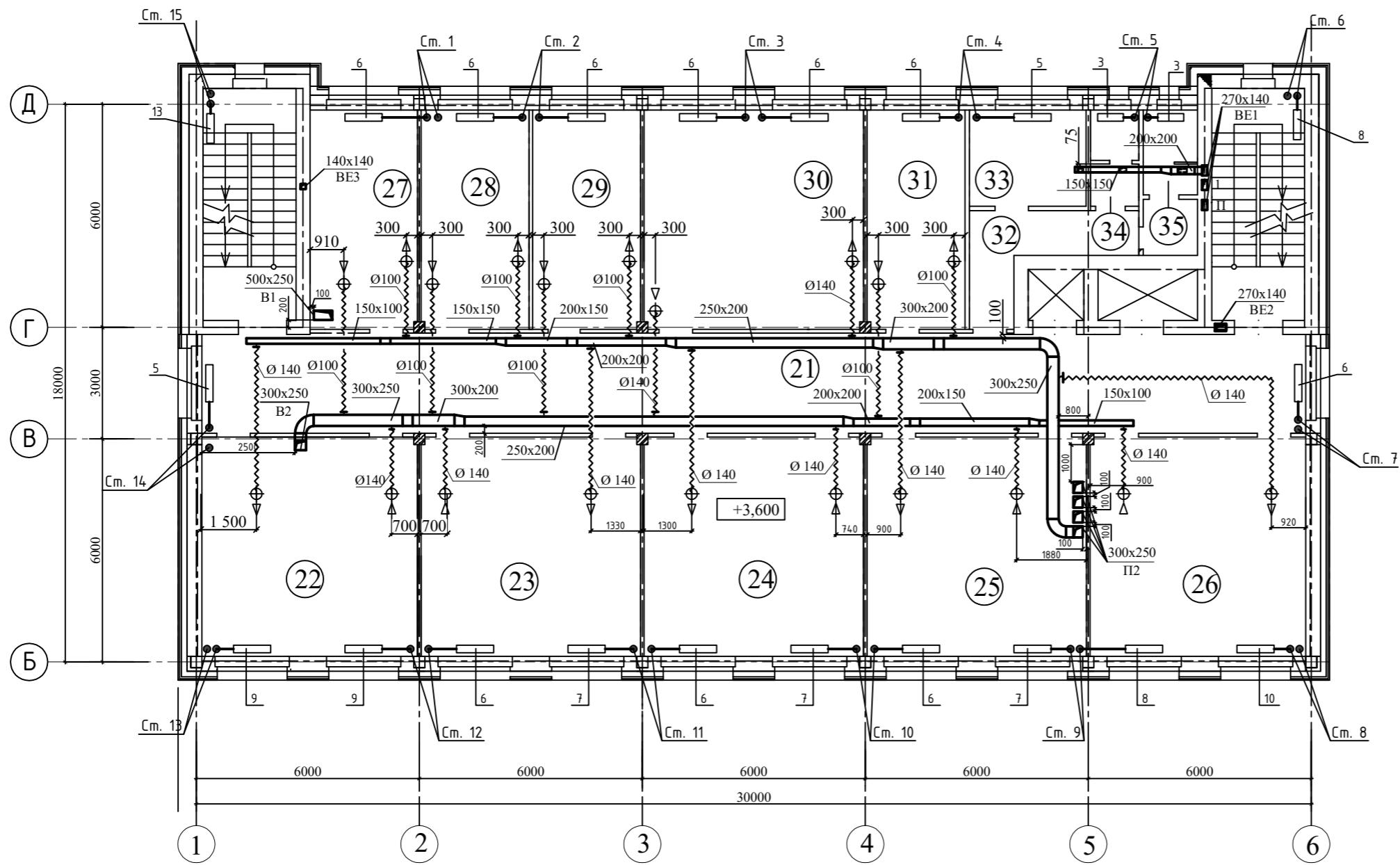


## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
4	Тамбур	6,44
5	Выставочный зал	238,17
6	Загрузочная	95,34
7	Коридор	62,3
8	Лестничная клетка	15,6
9	Электрощитовая	10,39
10	Бухгалтерия	28,13
11	Кабинет гл.бухгалтера	17,09
12	Комната персонала	33,22
13	Женский сан.узел	3,38
14	Мужской сан.узел	5,63
15	КУиН	8,11
16	Лестничная клетка	15,6
17	Тамбур	5,23
18	Комната охраны	7,86
19	Вестибюль	40,98

БР-08.03.01.00.05-2020 - QB

Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт

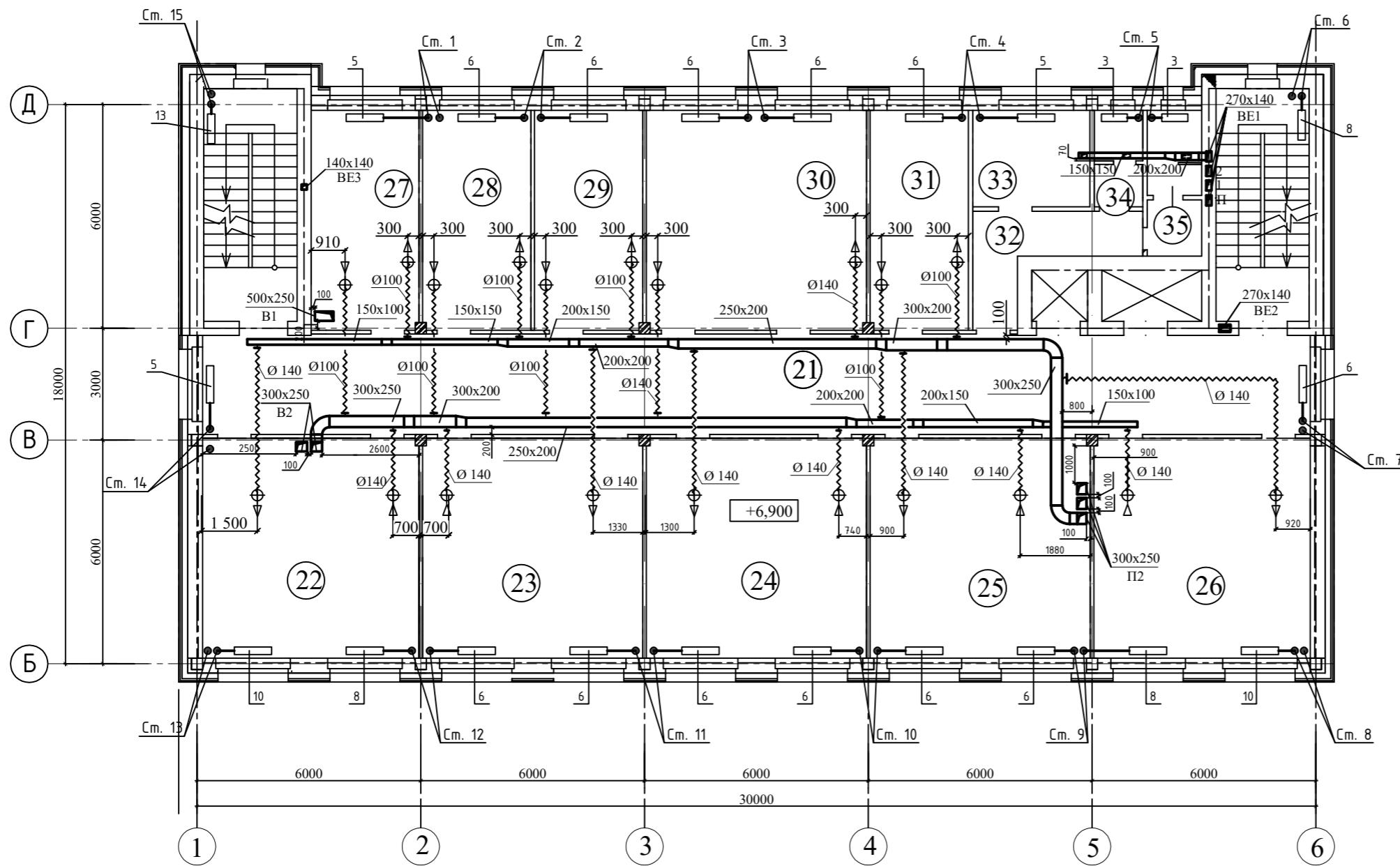


## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
21	Коридор	79,54
22	Кабинет	34,22
23	Кабинет	34,77
24	Кабинет	34,77
25	Кабинет	34,77
26	Кабинет	34,22
27	Кабинет	17,03
28	Кабинет	17,09
29	Кабинет	17,09
30	Кабинет директора	34,18
31	Комната отдыха	15,5
32	Коридор	79,54
33	КУиН	8,13
34	Женский сан.узел	3,38
35	Мужской сан.узел	5,63

БР-08.03.01.00.05-2020 - QB

Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт

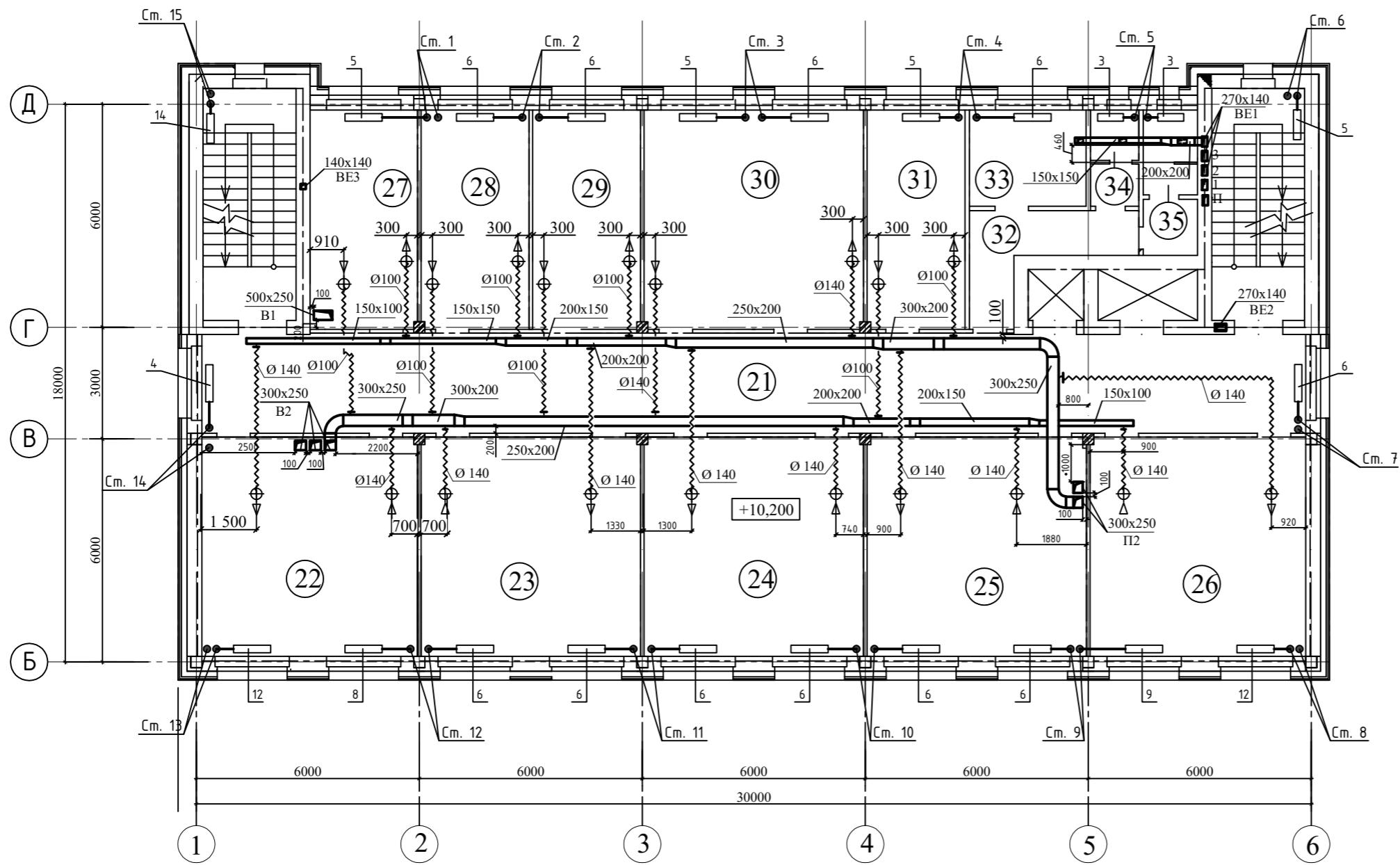


### Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
21	Коридор	79,54
22	Кабинет	34,22
23	Кабинет	34,77
24	Кабинет	34,77
25	Кабинет	34,77
26	Кабинет	34,22
27	Кабинет	17,03
28	Кабинет	17,09
29	Кабинет	17,09
30	Кабинет директора	34,18
31	Комната отдыха	15,5
32	Коридор	79,54
33	КУиН	8,13
34	Женский сан.узел	3,38
35	Мужской сан.узел	5,63

Инв. № подп.	Полп. и дата	Взам. инв. №	Согласовано

Изм.	Кол.ч	Лист	Листов	Подп.	Дата	БР-08.03.01.00.05-2020 - ОВ
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Разработал: Шагерин Консульт.: Смольников Руководит.: Смольников Зав.каф.: Матошенко Норм.контр.: Смольников						Отопление и вентиляция административного центра "Сибирь" в г. Красноярске
						Стадия
						6
						План третьего этажа
						Кафедра ИСиС 3Ф

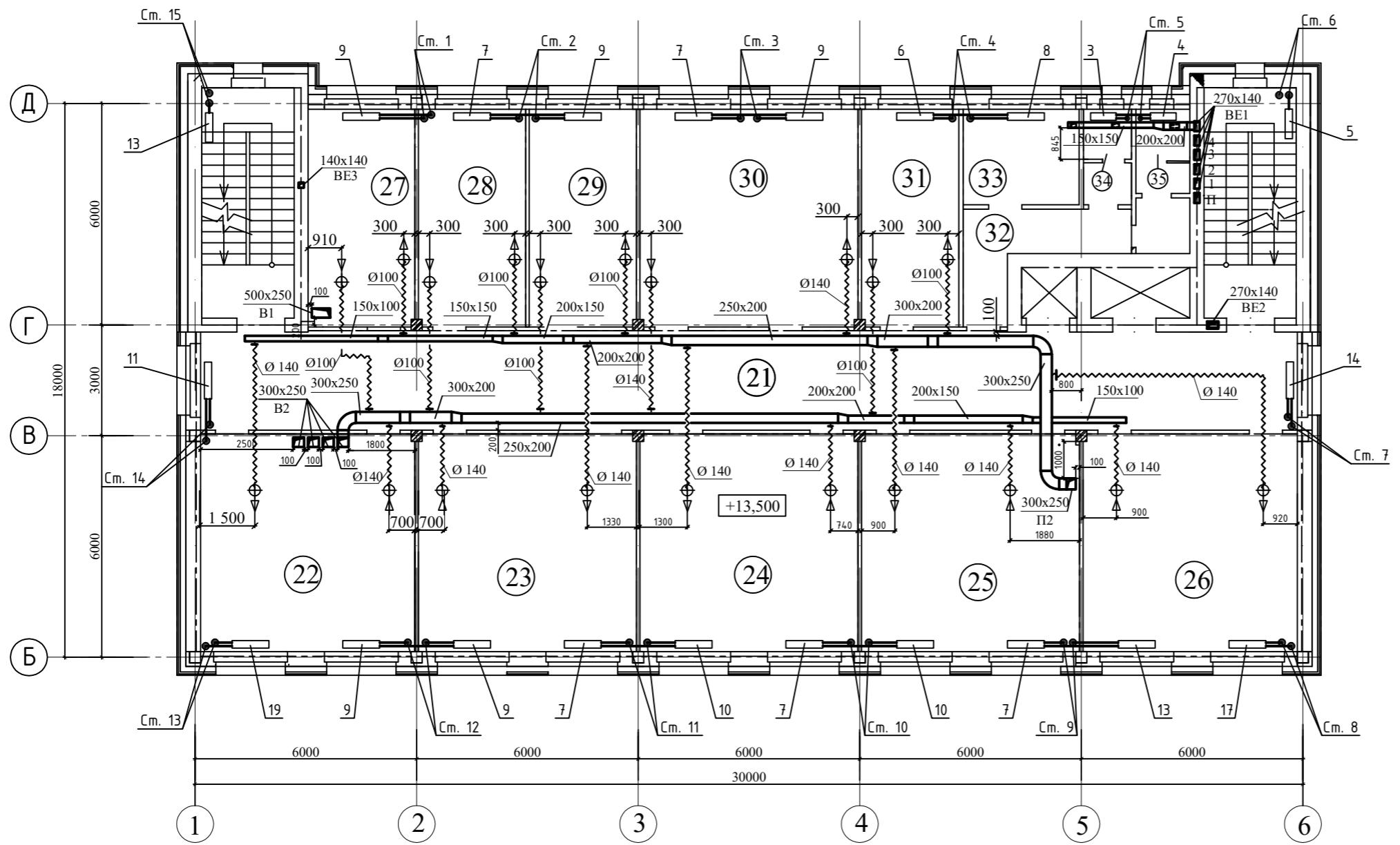


## Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
21	Коридор	79,54
22	Кабинет	34,22
23	Кабинет	34,77
24	Кабинет	34,77
25	Кабинет	34,77
26	Кабинет	34,22
27	Кабинет	17,03
28	Кабинет	17,09
29	Кабинет	17,09
30	Кабинет директора	34,18
31	Комната отдыха	15,5
32	Коридор	79,54
33	КУиН	8,13
34	Женский сан.узел	3,38
35	Мужской сан.узел	5,63

БР-08 03 01 00 05 -2020 - QB

Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт



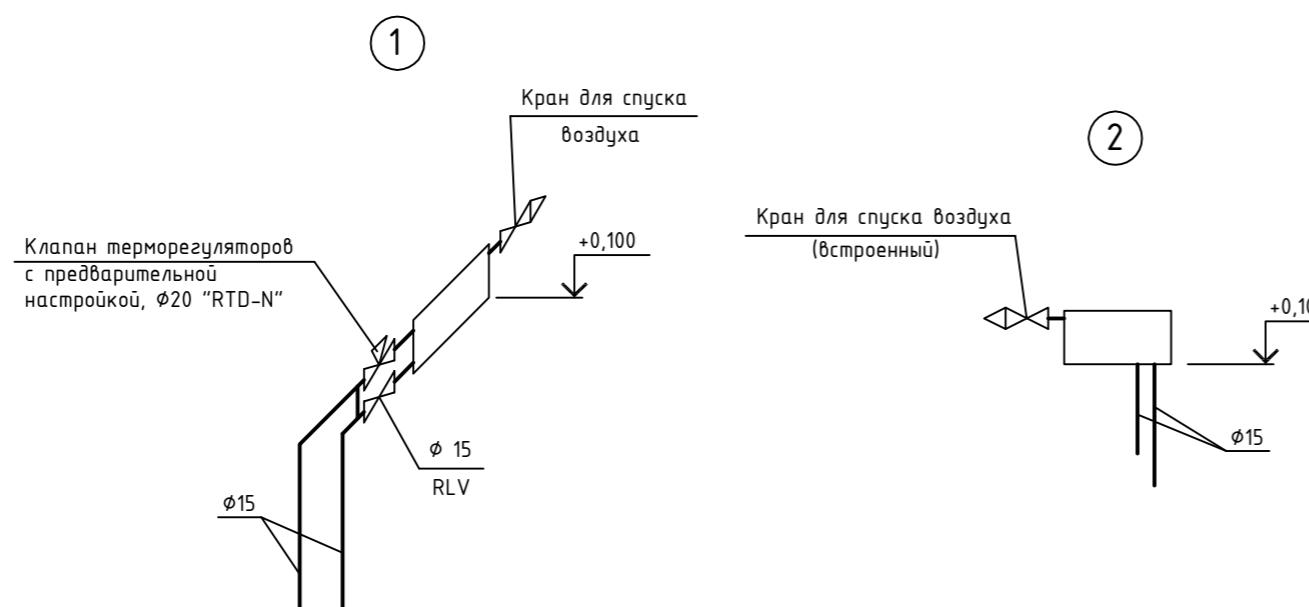
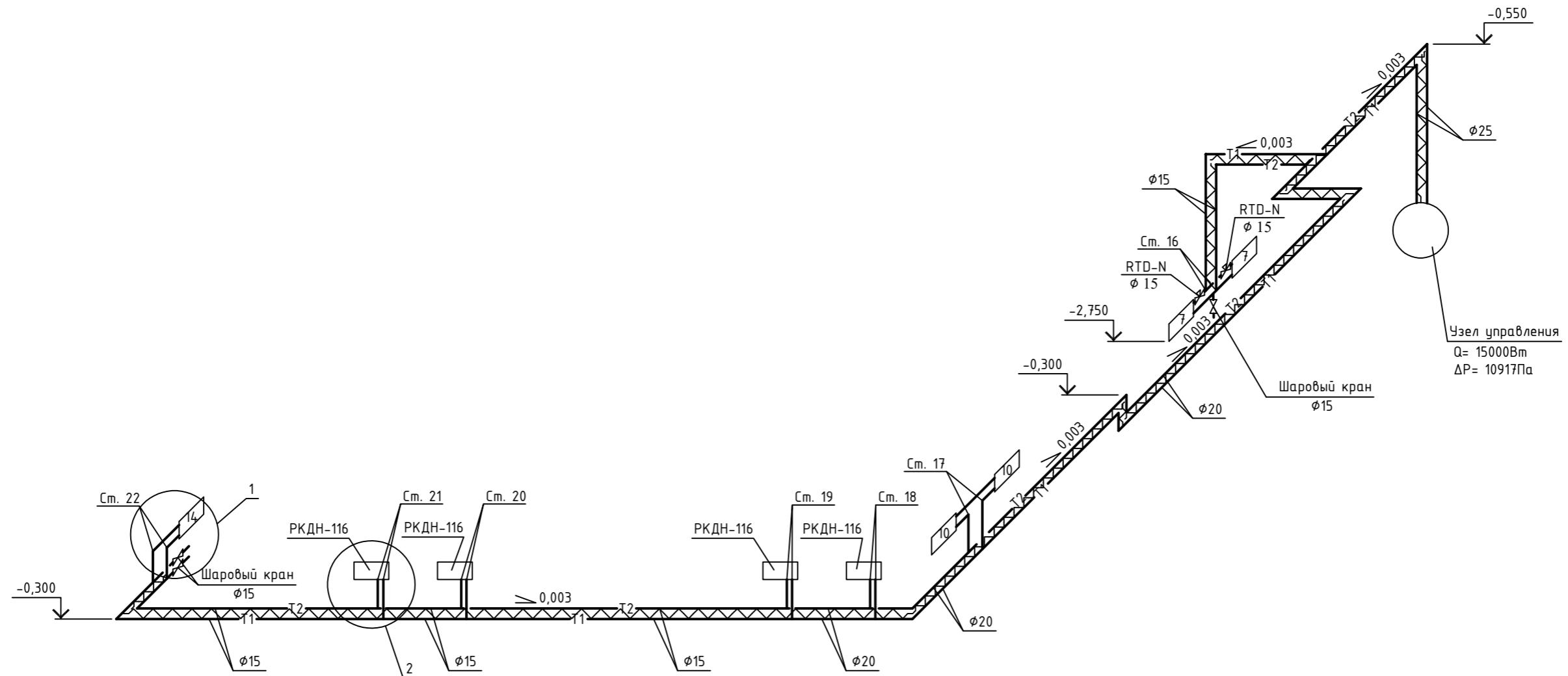
### Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
21	Коридор	79,54
22	Кабинет	34,22
23	Кабинет	34,77
24	Кабинет	34,77
25	Кабинет	34,77
26	Кабинет	34,22
27	Кабинет	17,03
28	Кабинет	17,09
29	Кабинет	17,09
30	Кабинет директора	34,18
31	Комната отдыха	15,5
32	Коридор	79,54
33	КУиН	8,13
34	Женский сан.узел	3,38
35	Мужской сан.узел	5,63

Инв. № подп.	Полп. и дата	Взам. инв. №	Согласовано

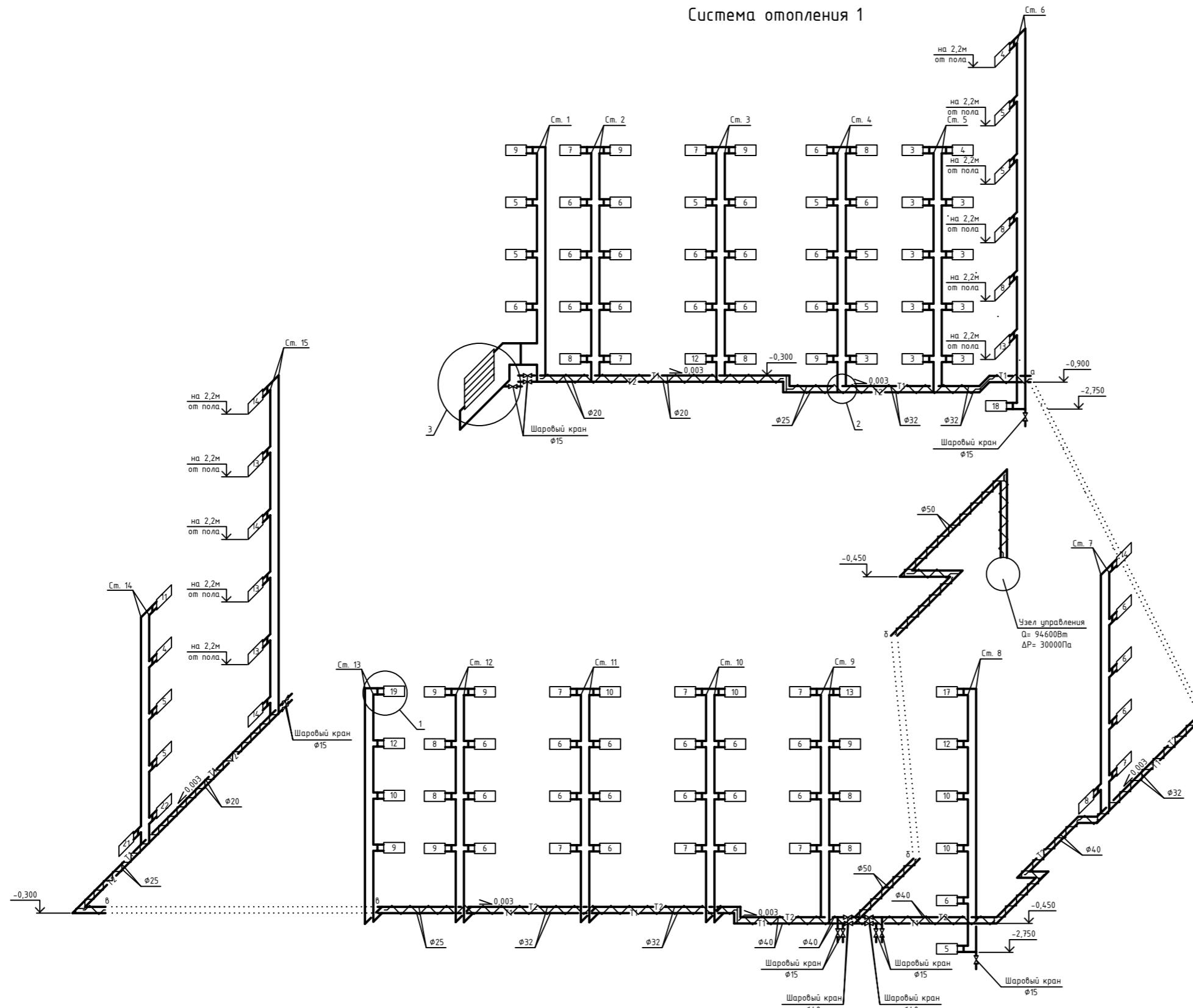
Изм.	Кол.ч	Лист	Листов	Подп.	Дата	БР-08.03.01.00.05.-2020 - ОВ
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Разработал: Шагерин						
Консульт.: Смольников						
Руководит: Смольников						
Зав.каф.: Матюшко						
Норм.котр.: Смольников						
Отопление и вентиляция администрации центра "Сибирь" в г. Красноярске						Стадия
						8
План пятого этажа						Лист
						Листов
						Кафедра ИСиС ЗФ

Система отопления 2

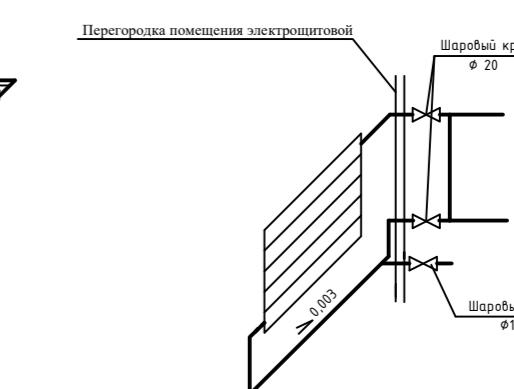
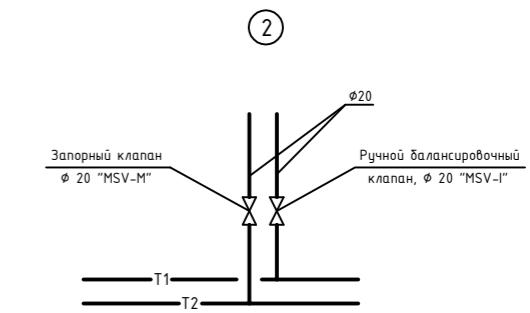
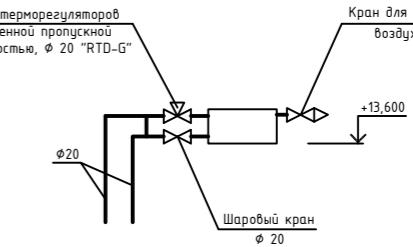


БР-08.03.01.00.05-2020-ОВ					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	Листов	Подп.	Дата
Разработал:	Шаберин				Отопление и вентиляция администра
Консульт.	Смольников				тивного центра "Сибири" в
Руководит:	Смольников				Красноярске
Зав.каф:	Матюшенко				
Норм.контр:	Смольников				Схема системы отопления 2
					Кафедра ИСЭиС 3Ф

Система отопления 1



Клапан терморегуляторов с повышенной пропускной способностью, ф 20 "RTD-G"

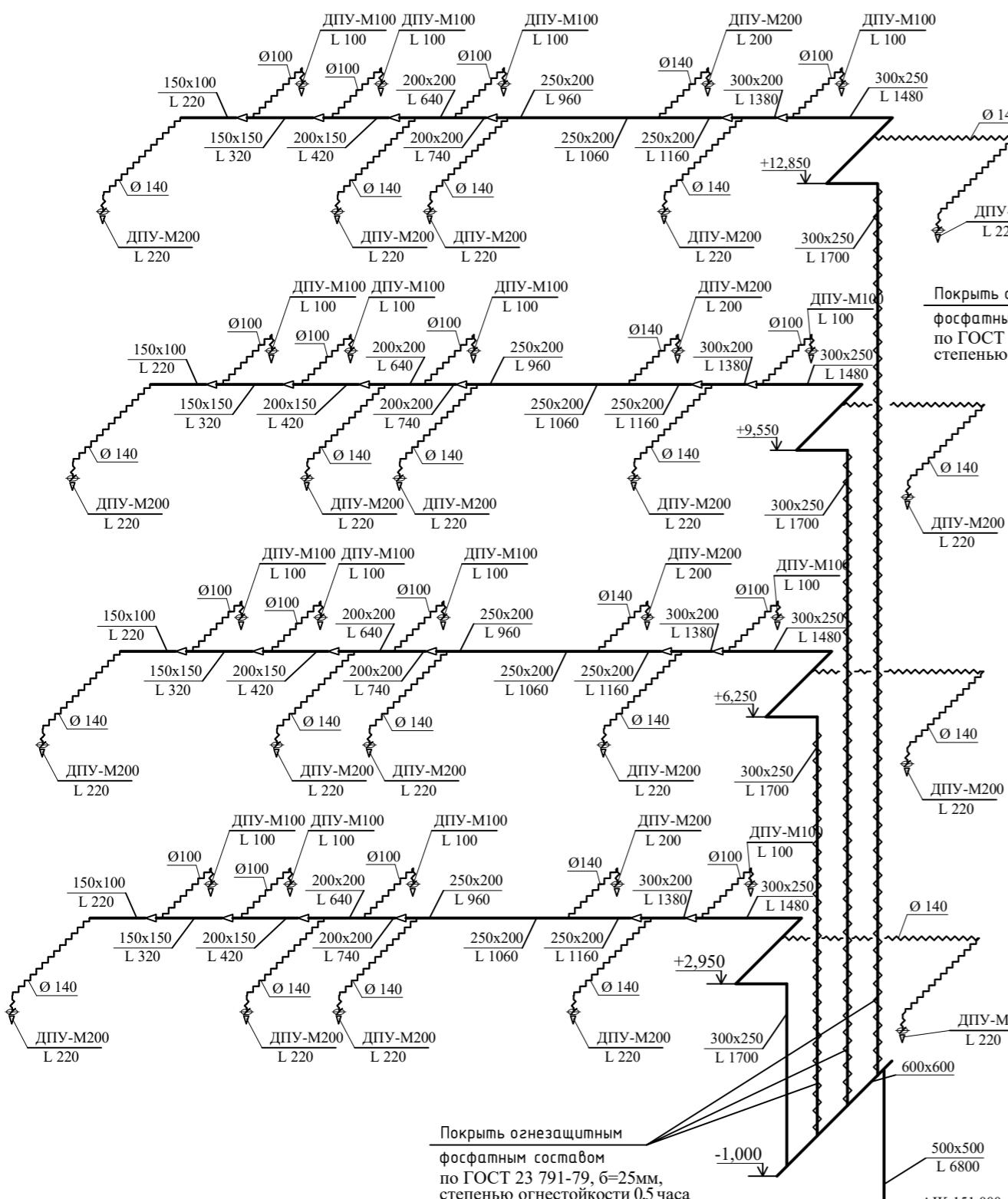


БР-08.03.01.00.05-2020 - ОВ

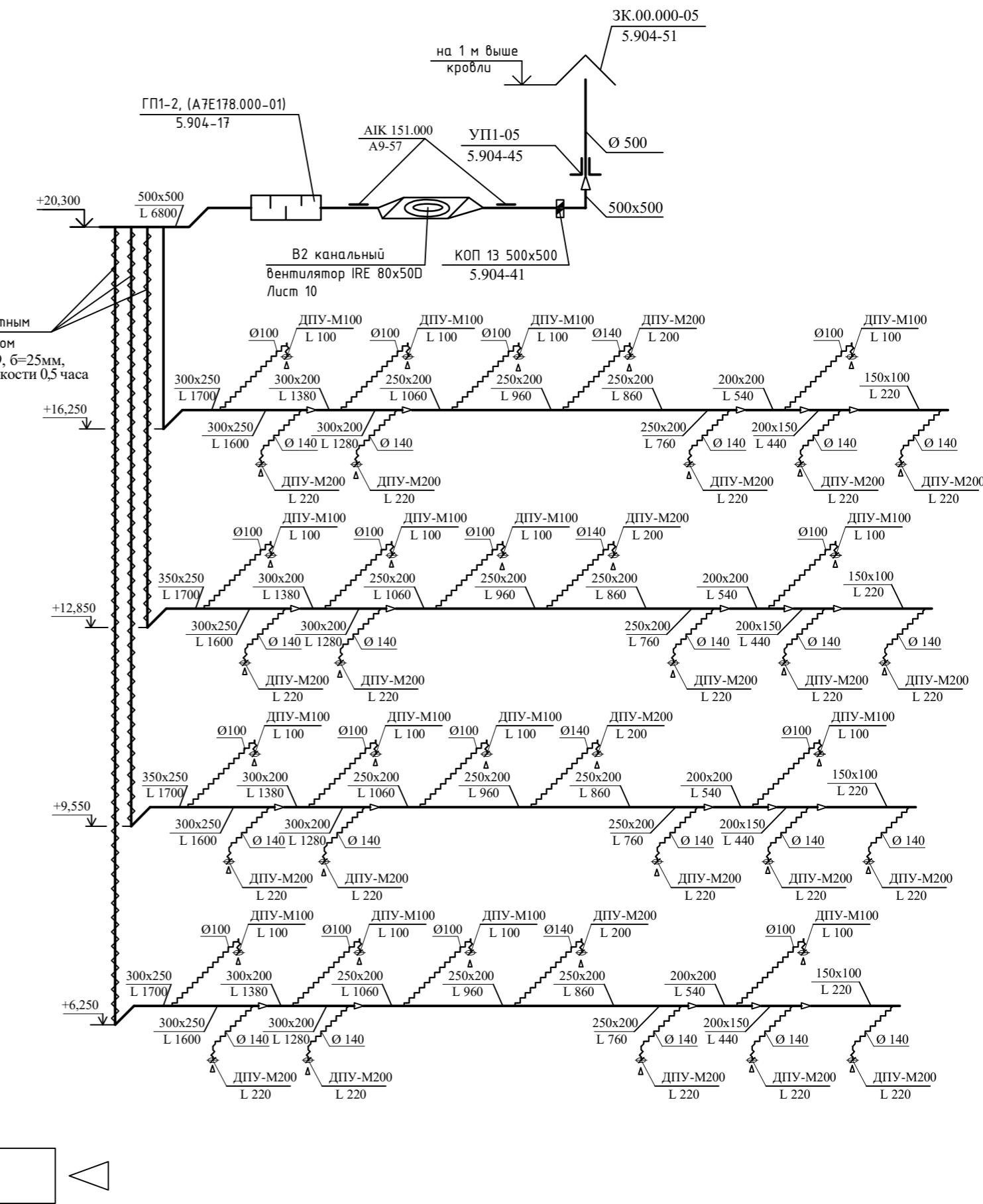
Сибирский федеральный университет  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.ч	Лист	Листов	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал:	Шаберин					Отопление и вентиляция администрации центра "Сибирь" в г. Красноярске		
Консульт.:	Смольников							
Руководит.:	Смольников							
Зав.каф.:	Матюшенко							
Норм.контр.:	Смольников							
						Схема системы отопления 1		Кафедра ИСЭиС ЗФ

П2

П2  
Лист 5

В2



1. Присоединение приточно-вытяжных диффузоров ДПУ осуществляется гибкими воздуховодами типа Aladec 45 при помощи металлических зажимов.

2. Воздуховоды систем вентиляции прокладываются в подшивных потолках. При попадании диффузора на конструкцию подшивного потолка, диффузор сдвинуть по месту при помощи гибкого воздуховода в центр ячейки подшивного потолка.

Инв. № подл.	Полп. и дата	Взам. инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2020 - ОВ					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	Недоч.	Подп.	Дата
Разработал:	Шаберин				
Консульт.:	Смольников				
Руководит.:	Смольников				
Зав.каф.:	Матюшенко				
Норм.контр.	Смольников				
Отопление и вентиляция администра- тивного центра "Сибирь" в г. Красноярске					
Схемы систем П2, В2					
Кафедра ИСЭиС ЗФ					
Стадия	Лист	Листов			
	11				

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

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.И.Матюшенко  
подпись инициалы, фамилия  
«30 » 06 2020г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01«Строительство»

«Отопление и вентиляция административного  
центра «Сибирь» в г. Красноярске»  
тема

Руководитель Бор к.т.н., доцент  
подпись, дата \_\_\_\_\_  
должность, ученая степень \_\_\_\_\_

Г.В.Смольников  
инициалы, фамилия

Выпускник ЛН \_\_\_\_\_

А.В.Шкаберин

Номоконтролер Бор к.т.н., доцент  
подпись, дата \_\_\_\_\_  
должность, ученая степень \_\_\_\_\_

Г.В.Смольников  
инициалы, фамилия

Красноярск 2020