

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему г. о. Тольятти. Спортивный зал в средней образовательной школе.

Отопление и вентиляция

Студент

Н.А. Клишина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«    »      20     г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе были запроектированы и рассчитаны системы отопления и вентиляции спортивного зала в общеобразовательной школе. Произведены все необходимые расчеты: теплотери и теплоступления здания, гидравлический и тепловой расчеты систем отопления, расчет воздухообменов, воздухораспределительных устройств и аэродинамический расчет систем вентиляции.

Выполнен анализ системы автоматизации и разработана его функциональная схема.

Были выявлены опасные производственные факторы и разработаны мероприятия по обеспечению безопасности людей, выполняющих монтаж систем данного объекта.

Объем пояснительной записки – 56 страниц, 39 страницы приложений. В графической части представлено 7 листов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	6
1.1    Параметры наружного воздуха.....	6
1.2    Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3    Архитектурное описание объекта .....	8
2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА .....	9
2.1    Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	9
2.2    Расчет теплотерь здания.....	18
2.3    Расчет тепlopоступлений.....	18
2.4    Тепловой баланс.....	19
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ.....	21
3.1    Конструирование систем отопления.....	21
3.2    Гидравлический расчет систем отопления.....	21
3.3    Тепловой расчет отопительных приборов.....	22
3.4    Подбор и предварительная настройка терморегуляторов и балансировочных клапанов.....	23
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	26
4.1    Конструирование систем вентиляции.....	26
4.2    Определение требуемых воздухообменов.....	27
4.3    Воздушный баланс.....	31
4.4    Выбор и расчет воздухораспределительных устройств .....	32
4.5    Аэродинамический расчет вентиляционных систем.....	33
4.6    Расчет естественного притока .....	33
4.7    Расчет тепловых завес .....	34
4.8    Расчет и подбор оборудования.....	35
5 ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ..	38
5.1    Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции	38

5.2	Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции	39
5.3	Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции	42
6	КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	44
7	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	46
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
	ПРИЛОЖЕНИЯ	57

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для комфортного пребывания человека в помещении, будь оно жилое или общественное, необходимо правильно рассчитать системы отопления и вентиляции.

Целью бакалаврской работы является расчет, проектирование и конструирование систем отопления и вентиляции в соответствии со строительными нормами и правилами.

Задачи, которые необходимо выполнить:

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
2. Расчет и проектирование системы отопления;
3. Расчет и проектирование систем вентиляции;
4. Разработка схемы автоматизации;
5. Расчет объема монтажных работ систем вентиляции;
6. Разработка мер безопасности при монтаже систем отопления и вентиляции.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## 1.1 Параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха определяются в соответствии с СП [1] согласно заданию на проектирование:

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92  $t_{н}=-30$  °С

Средняя температура периода со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже +8°С  $t_{от}=-5,2$  °С

Минимальная из скоростей ветра по румбам за январь  $\vartheta =5,4$  м/с

Количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже +8°С  $z_{от}=203$  сут.

Удельная энтальпия наружного воздуха  $I_{н}=-29,8$  кДж/кг

Зона влажности района строительства - сухая, по СП [2]

Температура наружного воздуха за июль  $t_{н}=24,6$  °С

Удельная энтальпия наружного воздуха за июль  $I_{н}=52,8$ кДж/кг

Минимальная из скоростей ветра по румбам за июль  $\vartheta =3,2$  м/с

## 1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха определяются по [3],[4],[5],[6] сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры внутреннего воздуха в помещениях в холодный период года

Наименование помещений	Параметры внутреннего воздуха		
	Температура, $t_{в}$ , °С	Влажность, φ.%, не более	Подвижность, $\vartheta$ , м/с
Спортзал	15	60	0,5
Инвентарная для хранения	16	60	-

спортивного и переносного оборудования, электрощитовая, подсобное помещение, приемочная, комната для хранения светильников, бытовое помещение			
Гардеробная	16	60	-
Вестибюль, холл	16	60	-
Врач	22	60	-
С.у., МОП, моечная	16	60	0,2
Буфет	16	60	-
Рекреация	16	60	-
Комната отдыха занимающихся, кабинет	19	60	-
Раздевалка	19	60	-
Душевая	25	65	0,2
Комната тренера, завхоз	19	60	-
Венткамера	16	60	-
Узел управления	16	60	-

Температура внутреннего воздуха в теплый период 27,6 °С, влажность воздуха не более 60 %.

Влажностный режим помещений – нормальный [2].

Условия эксплуатации помещений – А [2].

### **1.3 Архитектурное описание объекта**

Объект находится в г. Тольятти, Самарской области. Главный фасад здания ориентирован на север. Спортивный зал имеет размеры 24,0×44,0 м.

Здание имеет 3 этажа: отметка первого этажа 0.000, второго – 3.000, третьего – 6.000. Основной объем здания занимает спортивный зал. На первом этаже здания расположен узел управления, на третьем – венткамеры, а также с первого по третий этаж – обслуживающие помещения, душевые, буфет и т.д.



## 2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Данный расчет произведен по методике, изложенной в [2].

$$ГСОП=(15-(-5,2))\cdot 203=4100\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций определяется по СП [2, табл. 3], представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нормируемое значение сопротивления теплопередачи

Наименование ограждающей конструкции	Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $R_{тр}$ , $\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
Наружная стена	2,43
Бесчердачное покрытие	3,24
Оконные проемы	0,41

### Наружная стена

Перечень конструкций наружных стен представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Перечень конструкций наружных стен в спортивном зале

Наименование конструкции	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/ $\text{м}^{\circ}\text{C}$
Полеуретановая краска на акриловой грунтовке	0,001	-
Известково-песчаная штукатурка	0,012	0,81
Кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе	0,51	0,58
Пенополистирол	6	0,044
Наружная цементно-песчаная штукатурка на армированной сетке	0,012	0,93

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,51}{0,58} + \frac{6}{0,044} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{1}{23} = \frac{2,43}{0,92 \cdot 0,95}$$

$$6 = 0,075 \text{ м} \approx 0,1 \text{ м}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,51}{0,58} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{1}{23} \cdot 0,92 \cdot 0,95 = 2,92 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Полученное значение удовлетворяет условию  $R_0 \geq R^{TP}$ , т.е.  $2,92 \geq 2,43$

Коэффициент теплопередачи наружной стены спортивного зала:

$$k = \frac{1}{2,92} = 0,34 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Таблица 2.3 – Перечень конструкций наружных стен С.У., МОП, моченных

Наименование конструкции	6 , м	λ , Вт/ м°С
Керамическая плитка	0,01	0,8
Цементная штукатурка на армированной сетке	0,025	1,4
Кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе	0,51	0,58
Пенополистирол	6	0,044
Наружная цементно-песчаная штукатурка на армированной сетке	0,012	0,93

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,8} + \frac{0,025}{1,4} + \frac{0,51}{0,58} + \frac{6}{0,044} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{1}{23} = \frac{2,43}{0,92 \cdot 0,95}$$

$$6 = 0,075 \text{ м} \approx 0,1 \text{ м}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,51}{0,58} + \frac{0,1}{0,044} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{1}{23} \cdot 0,92 \cdot 0,95 = 2,92 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Полученное значение удовлетворяет условию  $R_0 \geq R^{TP}$ , т.е.  $2,92 \geq 2,43$

Коэффициент теплопередачи бесчердачного покрытия:

$$k = \frac{1}{2,92} = 0,34 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

## Бесчердачное покрытие

Таблица 2.4 – Перечень конструкций бесчердачного покрытия

Наименование конструкции	б, м	λ, Вт/ м°С
Железобетонная монолитная плита	0,22	2,04
2 слоя рубероида-пергамина	0,005	0,17
Гравий керамзитовый	б	0,13
Цементно-песчаный раствор	0,045	0,93
Водоизоляционный ковер	0,016	0,27

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{б}{0,13} + \frac{0,045}{0,93} + \frac{0,016}{0,27} + \frac{1}{12} = \frac{3,24}{0,8}$$

$$б = 0,469 \text{ м} \approx 0,47 \text{ м}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,47}{0,13} + \frac{0,045}{0,93} + \frac{0,016}{0,27} + \frac{1}{12} \cdot 0,8 = 3,25 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Полученное значение удовлетворяет условию  $R_0 \geq R^{тр}$ , т.е.  $3,25 \geq 3,24$

Коэффициент теплопередачи бесчердачного покрытия:

$$k = \frac{1}{3,25} = 0,31 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

### Окна

К установке принимаются окна: двухкамерный стеклопакет толщиной 32 мм с I-стеклом (с мягким низкоэмиссионным покрытием), сопротивление теплопередаче которого равно  $0,64 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$

$$k = \frac{1}{0,64} = 1,56 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

### Дверь

$$R_{нар\ дв}^{пр} = 0,6 \frac{(16 - (-30))}{4,5 \cdot 8,7} = 0,70 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,70} = 1,43 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

## Полы спортивного зала

На рисунке 2.1 представлена разбивка пола по зонам.

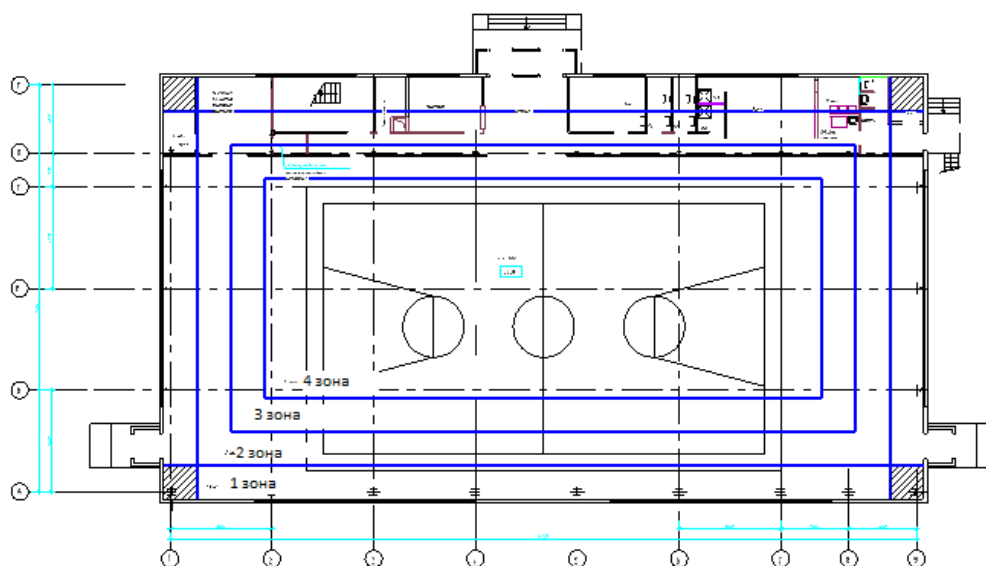


Рисунок 2.1 – Разбивка пола по зонам

Таблица 2.4 - Перечень конструкций пола в спортивном зале, комнаты тренера, завхоза, кабинетов, врачебного кабинета, буфета, комнаты для занимающихся

Наименование конструкции	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/ м <sup>0</sup> С
Линолеум ПВХ для спортивного сооружения	0,006	0,38
Железобетонная стяжка	0,2	2,04
2 слоя рубероида	0,004	0,17
Плиты минераловатные	0,2	0,048
Битумная мастика	0,005	0,27
Цементно-песчаный раствор	0,1	0,93
Гравий керамзитовый	0,1	0,19

$$R_I = 2,1 + \frac{0,006}{0,38} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 7,06 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,006}{0,38} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 9,26 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,006}{0,38} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 13,56$$

м<sup>2</sup>°C/Вт

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,006}{0,38} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 19,16$$

м<sup>2</sup>°C/Вт

$$k_I = \frac{1}{7,06} = 0,142 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{9,26} = 0,108 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{III} = \frac{1}{13,56} = 0,074 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{19,16} = 0,052 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Таблица 2.5 - Перечень конструкций пола в сан. узле, моечной, душевой, раздевалки

Наименование конструкции	б , м	λ , Вт/ м°С
Плитка керамическая	0,02	0,64
Цементно-песчаный раствор	0,01	0,93
Плиты минераловатные	0,05	0,048
2 слоя рубероида	0,004	0,17
Битумная мастика	0,005	0,27
Железобетонная плита	0,24	2,04

$$R_I = 2,1 + \frac{0,02}{0,64} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 3,34 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,02}{0,64} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 5,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,02}{0,64} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 9,84 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,02}{0,64} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 15,44 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$k_I = \frac{1}{3,34} = 0,299 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{5,54} = 0,181 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{III} = \frac{1}{9,84} = 0,102 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{15,44} = 0,065 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Помещение, к которому расположен узел управления, углублено до отм. -2.500, полы по зонам считаются начиная со стен расположенных ниже уровня земли 0.000.

На рисунке 2.2 представлен разрез узла управления, с полами по зонам

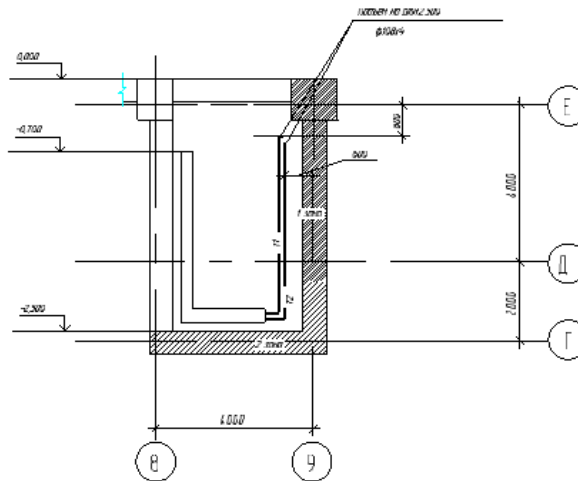


Рисунок 2.2 – Полы по зонам в узле управления

Таблица 2.7 –Перечень конструкций стен в узле управления

Наименование конструкции	б , м	λ , Вт/ м°С
Сложный раствор	0,012	0,87
Фундаментные блоки (ФБС)	0,5	2,04
Битумная мастика	0,005	0,27

$$R_I = 2,1 + \frac{0,012}{0,87} + \frac{0,5}{2,04} + \frac{0,005}{0,27} = 2,38 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,012}{0,87} + \frac{0,5}{2,04} + \frac{0,005}{0,27} = 4,58 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$k_I = \frac{1}{2,38} = 0,420 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{4,58} = 0,218 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Таблица 2.6 - Перечень конструкций пола в венткамере, узле, электрощитовой

Наименование конструкции	б , м	λ , Вт/ м°С
Железобетонная стяжка	0,2	2,04
2 слоя рубероида	0,004	0,17
Плиты минераловатные	0,2	0,048
Битумная мастика	0,005	0,27
Цементно-песчаный раствор	0,1	0,93
Гравий керамзитовый	0,1	0,19

$$R_I = 2,1 + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 7,04 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 9,24 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 13,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,2}{2,04} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,1}{0,93} + \frac{0,1}{0,19} = 19,14 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$k_I = \frac{1}{7,04} = 0,142 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{9,24} = 0,108 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{III} = \frac{1}{13,54} = 0,074 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{19,14} = 0,052 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Таблица 2.7 - Перечень конструкций пола в инвентарной для хранения спортивного и переносного оборудования, подсобного помещения,

приемочная, комнаты для хранения светильников, бытового помещения, вестибюль, холл, рекреация

Наименование конструкции	б, м	λ, Вт/ м°С
Керамический гранит	0,01	1,5
Цементно-песчаный раствор	0,01	0,93
Плиты минераловатные	0,05	0,048
2 слоя рубероида	0,004	0,17
Битумная мастика	0,005	0,27
Железобетонная плита	0,24	2,04

$$R_I = 2,1 + \frac{0,01}{1,5} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 3,32 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,01}{1,5} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 5,52 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,01}{1,5} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 9,82 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,01}{1,5} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,05}{0,048} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{0,24}{2,04} = 15,42 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$k_I = \frac{1}{3,32} = 0,301 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{5,52} = 0,181 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{III} = \frac{1}{9,82} = 0,102 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{14,74} = 0,065 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Таблица 2.8 – Результаты теплотехнического расчета

Наименование ограждения	б, м	R, м <sup>2</sup> °C/Вт	k, Вт/м <sup>2</sup> °C
Наружная стена спортивного зала	0,635	2,92	0,34
Наружная стена С.У., МОП, моечной	0,657	2,92	0,34
Бесчердачное покрытие	0,756	3,25	0,31



## Продолжение таблицы

Окна	Двухкамерный стеклопакет толщиной 32 мм с I-стеклом	0,64	1,56
Двери	-	0,7	1,43
Полы в спортивном зале, комнаты тренера, завхоза, кабинетов, врачебного кабинета, буфета, комнаты для занимающихся	1 зона	7,04	0,142
	2 зона	9,26	0,108
	3 зона	13,56	0,074
	4 зона	19,16	0,052
Полы в сан. узле, моечной, душевой, раздевалки	1 зона	3,34	0,299
	2 зона	5,54	0,181
	3 зона	9,84	0,102
	4 зона	15,44	0,065
Стены в узле управления	1 зона	2,38	0,420
	2 зона	4,58	0,218
Полы в венткамере, узле управления, электрощитовой	1 зона	7,04	0,142
	2 зона	9,24	0,108
	3 зона	13,54	0,074
	4 зона	19,14	0,052
Полы в инвентарной для хранения спортивного и переносного оборудования, подсобного помещения, приемочная, комнаты для хранения светильников, бытового помещения, вестибюль, холл, рекреация	1 зона	3,32	0,301
	2 зона	5,52	0,181
	3 зона	9,82	0,102
	4 зона	15,42	0,065

## 2.2 Расчет теплотерь здания

Расчет производится по методике изложенной в [8].

Расчет расположен в приложении А.

## 2.3 Расчет тепlopоступлений

### Тепlopоступления от людей

Рассматриваются тепlopоступления исходящие от людей, они зависят от выполняемой людьми работы и от параметров окружающего воздуха.

Количество тепла, Вт, определяется по формуле

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n, \quad (2.1)$$

где  $q$  – удельное выделение тепла одним человеком, при работе средней тяжести, Вт/чел,[7];

$n$  – количество человек, принимается из расчета на 1 человека  $10 \text{ м}^2$ .

$$n = 905 : 10 = 90 \text{ человек}$$

Результаты расчета приводятся для холодного и теплого периода года.

ХП ( $t_{\text{в}} = 15^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_{\text{л}} = 120 \cdot 90 = 10800 \text{ Вт}$$

ТП ( $t_{\text{в}} = +27,3^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_{\text{л}} = 53,5 \cdot 90 = 4815 \text{ Вт}$$

### Тепlopоступления от освещения

Рассматриваются тепlopоступления от источников искусственного освещения, которые определяются по формуле

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

где  $E$  – освещенность, Лк, [9];

$F$  – площадь пола помещения, равная  $905 \text{ м}^2$ ;

$q_{\text{осв}}$  – удельные тепловыделения, Вт/ $\text{м}^2 \cdot \text{Лк}$ , [9];

$\eta_{\text{осв}}$  - доля тепла, поступающего в помещение, равное 1.

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 905 \cdot 0,071 \cdot 1 = 12851 \text{ Вт}$$

## Теплопоступления от солнечной радиации

Рассчитываются теплопоступления от солнечной радиации через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода года по формуле

$$Q_{\text{сол}} = q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}} F_0 k_1 k_2 \beta_{\text{сз}}, \quad (2.3)$$

где  $q_{\text{вп}}$  – поступление тепла от прямой солнечной радиации, зависит от часов суток и ориентации оконных проемов, Вт/м<sup>2</sup> [10];

$q_{\text{вр}}$  – поступление тепла от рассеянной солнечной радиации, зависит от часов суток и ориентации оконных проемов, Вт/м<sup>2</sup>[10];

$F_0$  - поверхность остекления, м;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы;

$k_2$  - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла;

$\beta_{\text{сз}}$  - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, прим. равным 1.

Расчет приведен в приложении Б.

## 2.4 Тепловой баланс

Тепловой баланс составляется с целью определения избытков и недостатков тепла в холодный и теплый периоды года.

Для холодного периода:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{проч}} + Q_{\text{со}} - Q_{\text{огр}} - Q_{\text{проч}}, \text{ Вт}, \quad (2.15)$$

$Q_{\text{проч}}$  - прочие теплотери и теплопоступления, составляющие 5%, Вт.

Для теплого периода:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ср}} + Q_{\text{проч}}, \text{ Вт}. \quad (2.16)$$

Расчеты сведены в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Тепловой баланс

Период года	V, м <sup>3</sup>	Теплопоступления, Вт					Теплопотери, Вт			Избытки, Недостатки		
		Q <sub>осв</sub>	Q <sub>л</sub>	Q <sub>с.р</sub>	Q <sub>с.о</sub>	Q <sub>пр</sub>	Q	Q <sub>огр</sub>	Q <sub>пр</sub>	Q	Общие +Q, Вт	Удельные q, Вт/м <sup>3</sup>
ХП	9504	12851	10800		67084	4537	95272	64306	3216	67522	27750	2
ТП			4815	22864		1384	29063				29063	3

### **3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

#### **3.1 Конструирование систем отопления**

На данном объекте для удобства обслуживания предусматривается две системы отопления. Система №1 обслуживает спортивный зал, система №2 оставшуюся часть помещения.

Системы двухтрубные, с горизонтальной разводкой магистралей, с тупиковым движением теплоносителя. Температура теплоносителя в системе 95-70 °С.

Прокладка трубопроводов открытая, уклон трубопроводов, равный 0,002, предусмотрен в сторону узла управления. Узел управления расположен в осях Д-Е и 8-9.

Система отопления выполнена из обыкновенных стальных водогазопроводных труб. Трубопроводы соединены сваркой. На каждом ответвлении установлена запорная арматура.

В качестве нагревательных приборов в спортивном зале используются регистры из гладких стальных труб и в остальных помещениях чугунные радиаторы типа МС-140. Отопительные приборы располагаются под оконным проемом и устанавливаются на 300 мм выше от пола. На всех отопительных приборах установлены терморегуляторы RTD-N фирмы «Danfoss», с помощью которых производится индивидуальное регулирование. Для слива воды из радиатора предусматривается запорный клапан, а также кран Маевского, с помощью которого из отопительного прибора удаляется воздух.

#### **3.2 Гидравлический расчет систем отопления**

Из исходных данных на проектирование приняты значения располагаемого давления  $\Delta P_{расп}=0,02$  МПа.

Гидравлический расчет изложен в соответствии с методикой, изложенной в [2].

Необходимо выполнить условие:

$$0,02 \leq \frac{\Delta P_{\text{расп}} - \Delta P_{\text{с.о.}}}{\Delta P_{\text{расп}}} \leq 0,05$$

Если условие не выполняется, то для увязки устанавливают балансировочные клапаны MSV-I и MSV-M.

Гидравлический расчет сведен в приложение В.

### 3.3 Тепловой расчет отопительных приборов

Расчет отопительных приборов ведется согласно методике, изложенной в [11].

Приводится расчет отопительных приборов для спортивного зала:

$$Q_{\text{тр}} = 50,8 \cdot (146 + 94,5) + 56,9 \cdot (117 + 72,5) + 0,8 \cdot 92,5 + 0,3 \cdot 53,6 = 23090 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пр}} = 42026 - 0,9 \cdot 23090 = 21245 \text{ Вт}$$

На сайте производителя регистров [13] приведена методика расчета, исходя из которой находится общая длина регистра:

$$L = \frac{Q}{\pi \cdot d_n \cdot k \cdot (t_r - t_b) \cdot (1 - \eta_{\text{из}})}, \text{ м}, \quad (3.1)$$

где  $k$  – коэффициент теплопроводности металла, для стали равна 11,63 Вт/м·°С;

$d_n$  – наружный диаметр регистра, равный 89 мм;

$t_r$ ,  $t_b$  – температуры теплоносителя и внутри помещения, соответственно, °С;

$\eta_{\text{из}}$  – коэффициент изоляции отопительного прибора, равный 0,6.

$$L = \frac{21245}{\pi \cdot 0,089 \cdot 11,63 \cdot (95 - 15) \cdot (1 - 0,6)} = 204,3 \text{ м}$$

Находится длина одного регистра из расчета, что отопительных приборов 14, каждый из которых четырехрядный:

$$L_1 = 204,3 : 14 : 4 = 3,65 \text{ м}$$

Расчет для вестибюля:

$$Q_{\text{тр}}=92,5 \cdot 6,16+74,2 \cdot 1,64+40,6 \cdot 0,14+53,6 \cdot 0,1=703 \text{ Вт}$$

$$\Delta t_{\text{ср}}=\frac{(95+70)}{2}-16=66,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$q_{\text{пр сек}}=106 \cdot \left(\frac{66,5}{70}\right)^{1+0,3} \left(\frac{99}{360}\right)^{0,02}=97 \text{ Вт/сек}$$

$$Q_{\text{пр}}=2757,3-0,9 \cdot 703=2125 \text{ Вт}$$

$$N_{\text{секц}}=\frac{2125}{97}=22 \text{ секции}$$

Расчет сводится в приложение Г.

### **3.4 Подбор и предварительная настройка терморегуляторов и балансировочных клапанов**

Регулирующую арматуру следует устанавливать во всех помещениях, исключение составляют гардеробная, душевые, санитарные узлы, а также те, где имеется возможность замерзания теплоносителя, такими являются лестничные клетки, тамбуры и тому подобные помещения.

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

Все отопительные приборы оборудованы терморегуляторами (термостат) RTD-N, которые автоматически поддерживают заданную температуру воздуха в помещении изменением расхода воды через прибор.

Диаметр клапана подбирается в зависимости от диаметра присоединительной трубы и по диаграммам гидравлического сопротивления терморегуляторов выбирается их предварительная настройка.

Для примера приводится предварительная настройка на отопительный прибор, расположенный в спортивном зале.

Пропускная способность клапана при определенной установке клапана, равна:

$$k_v = \frac{G}{\Delta P}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.2)$$

где  $\Delta P$  – потери давления в термостатическом клапане, взятое по каталогу, равное 0,3 Бар;

$$G=54,3 \text{ кг/ч}$$

$$k_v = \frac{0,054}{0,3} = 0,09 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Номер настройки находится по таблице и диаграмме из каталога, представленном в приложении Д.

Номер настройки при  $d_y=15$  мм равен 3.

Для остальных приборов расчет производится аналогично, результаты приведены в приложении Д.

Для увязки главного и второстепенного кольца системы отопления на подаче на стояке используются балансировочные клапаны MSV-I, на обратной – запорный MSV-M, они предназначены для совместного использования. Данные клапаны подбираются по диаметрам трубопровода, на которых они устанавливаются.

Приводится расчет балансировочных клапанов для системы отопления 2.

Расчетный расход теплоносителя через стояк  $G=0,07 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Разность давлений в магистральных трубопроводах в точке присоединения главного и второстепенного кольца  $\Delta P_0=10,52 \text{ кПа}$

Потери давления во второстепенном кольце  $\Delta P_2=0,61 \text{ кПа}$ .

Условный диаметр трубопроводов во второстепенном кольце  $d_y=15$  мм.

Потери давления на клапане MSV- M можно определить по диаграмме, представленной в каталоге.

Потери давления в клапане MSV- M рассчитанные по диаграмме на рисунке 3.1, (линия 1).

По диаграмме значение  $\Delta P_{\text{кл}}$  получилось некорректным, выполним расчет.

Потери давления на клапане MSV- M определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{кл}} = \left(\frac{G}{k_v}\right)^2, \text{ Бар} \quad (3.3)$$



$k_v$  – пропускная способность клапана, м<sup>3</sup>/ч.

$$\Delta P_{\text{кл}} = \left(\frac{0,07}{1,6}\right)^2 = 0,0019 \text{ Бар} = 0,19 \text{ кПа}$$

Вычисляется требуемое значение потери давления в балансировочном клапане MSV- I:

$$\Delta P_1 = \Delta P_o - \Delta P_2 - \Delta P_{\text{кл}}, \text{ кПа.} \quad (3.4)$$

$$\Delta P_1 = 10,52 - 0,61 - 0,19 = 9,72 \text{ кПа} = 0,097 \text{ Бар}$$

Полученные значения подставляются в формулу 3.2 для определения пропускной способности клапана.

$$k_v = \frac{0,07}{0,097} = 0,22 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По полученному значению по диаграмме на рисунке 3.1 (линия 2) определяется величина настройки клапана, она равна 0,3.

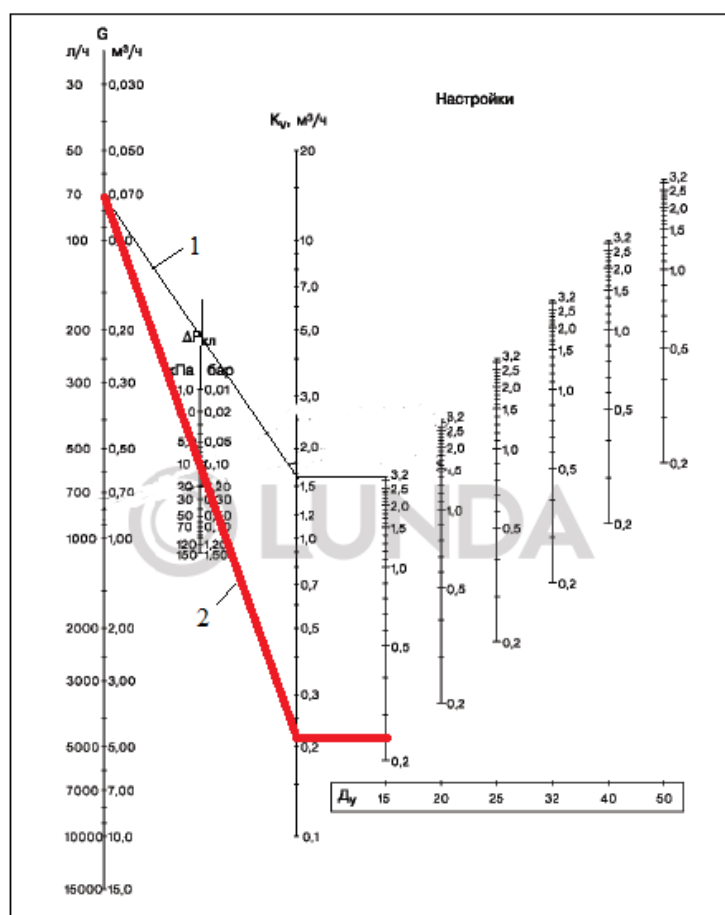


Рисунок 3.1 – Определение потерь давления на балансировочном клапане MSV- M

Остальные увязки приведены в приложении Д.

## **4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ**

### **4.1 Конструирование систем вентиляции**

На данном объекте спроектирована система вентиляции с механическим побуждением. Предусмотрены две приточные установки: П1 – обслуживает спортивный зал, П2 – все остальные помещения; также пять вытяжных установок: В1 обслуживает техническое, подсобное помещение, инвентарную, В2 – тренерскую и кабинеты, кабинет врача, гардеробную, вестибюль, В3 – буфет, моечную, подсобное помещение, В4 – санузлы и душевые, В5 – МОП и санузлы. Из спортивного зала воздух удаляется крышными вентиляторами.

В корпусе на третьем этаже предусмотрены два помещения для размещения вентиляционного оборудования. В венткамере расположенной в осях Д-Е и 1-2 находится приточная установка систем П1 и П2, каждая состоит из воздушного клапана, фильтра, водяного нагревателя, вентилятора и шумоглушителя. Забор наружного воздуха осуществляется через проем в наружной стене с северной стороны. Венткамера, расположенная в осях Д-Е и 6-7, обслуживает системы В2-В5.

Система П1 расположена на отметке +5.000, П2 – на отметках +2.550 первый этаж, +5.530 второй этаж и +9.000 третий этаж. Система В1 – на отметках +2.600, +5.600, +8.500, В2 – на отметках +2.600, +5.250, +9.300, В3 – на отметке +2.600, В4 – на отметках +2.600, +5.570, +8.400, В5 – на отметках +2.600, +5.200, +8.400. Воздухораспределители в спортивном зале встроены в воздуховод, во вспомогательных помещениях устанавливаются под потолком, приточно-вытяжные решетки АМР. Решетки АМР имеют прямоугольную форму, оснащены регулятором расхода воздуха. Регулирование расхода осуществляется вручную, без использования инструмента, при помощи специального флажкового механизма.

Крепление воздуховодов осуществляется кронштейнами к стене в спортивном зале, во вспомогательных помещениях с помощью подвесов, состоящих из шпильки и хомута. Соединение воздуховодов фланцевое.

## 4.2 Определение требуемых воздухообменов

Определение воздухообменов производится по [10].

### Определение воздухообменов по расчету

Производится графоаналитический способ определения воздухообмена с помощью построения I-d-диаграммы.

По полученным значениям чертится процесс на I – d диаграмме для снятия параметров воздуха. Эти параметры необходимы для расчета расхода воздуха в помещении, м<sup>3</sup>/ч, по следующим формулам:

$$L_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{1,2 \cdot I_{\text{y}} - I_{\text{п}}}, \quad (4.1)$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{1,2 \cdot t_{\text{y}} - t_{\text{п}}}, \quad (4.2)$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot W}{1,2 \cdot d_{\text{y}} - d_{\text{п}}}. \quad (4.3)$$

Требуемый расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч, по санитарным нормам:

$$L_{\text{сан}} = n \cdot L_{\text{уд}}, \quad (4.4)$$

где  $L_{\text{уд}}$  – удельный расход наружного воздуха для систем вентиляции на одного человека, принимается по [3].

Расчет воздухообмена в спортивном зале:

Холодный период

$$W = 110 \cdot 90 : 1000 = 9,9 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 27750 + 2500 + 1,8 \cdot 15 \cdot 9,9 = 124917,3 \text{ Вт}$$

$$t_{\text{y}} = 15 + 0,5 \cdot 9 - 2 = 18,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 15 - 3 = 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varepsilon = \frac{124917,3}{9,9} = 12617,9$$

$$L_{\text{п}} = \frac{124917,3}{1,2 \cdot 20,5 - 12} = 12247 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 27750}{1,2 \cdot 18,5 - 12} = 12810 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 9,9}{1,2 \cdot 0,8 - 0,1} = 11786 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{уд}} = 80 \cdot 90 = 7200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Тёплый период

$$W = 208,4 \cdot 90 : 1000 = 18,8 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 29063 + 2500 + 1,8 \cdot 27,6 \cdot 18,8 = 152561 \text{ Вт}$$

$$t_{\text{y}} = 27,6 + 0,5 \cdot 9 - 2 = 30,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{п}} = 24,6 + 1 = 25,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varepsilon = \frac{152560,8}{18,8} = 8114,9$$

$$L_{\text{п}} = \frac{152561}{1,2 \cdot 68,5 - 60} = 14957 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot 29063}{1,2 \cdot 31,1 - 25,6} = 15853 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{вл}} = \frac{1000 \cdot 18,8}{1,2 \cdot 14,7 - 13,8} = 17410 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поскольку  $L_{\text{т}} > L_{\text{х}}$  и в спортивном зале есть окна, то за расчетный принимается расход воздуха в холодный период, равный  $12810 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а в теплый период - оставшийся расход равный  $4600 \text{ м}^3/\text{ч}$  компенсируется естественным притоком через оконные проёмы.

Результаты построений приведены в приложении Е.

### Определение воздухообменов по кратностям

В данном разделе представлена таблица 4.1 расчета воздухообменов по кратностям для нерасчетных помещений здания. Воздухообмены рассчитываются по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (4.5)$$

где  $k$  – кратность воздухообмена,  $\text{ч}^{-1}$ , [14];

$V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ .

Таблица 4.1 – Нормируемые кратности и воздухообмен в помещениях

Наименование	V, м <sup>3</sup>	Приток		Вытяжка	
		к, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч	к, ч <sup>-1</sup>	L, м <sup>3</sup> /ч
1 этаж					
Спортивный зал	7782,7	по расчету		по расчету	
Инвентарная для хранения спортивного и переносного оборудования	75,6	-	-	1	76
ЛК	165,5	-	-	-	-
Электрощитовая	15,7	-	-	1	16
Гардеробная	36,5	-	-	2	73
Вестибюль	120,2	2	240	-	-
Врач	37,9	-	-	1,5	57
С.У.	31,9	-	-	50 куб м/ч на унитаза	150
МОП	13,2	-	-	Принимается 75 куб м/ч на 1 душ. сетку (2 шт)	150
Буфет	62,5	-	-	3	187
моечная	13,8	4	55	6	83
Подсобное помещение	14,4	-	-	1	14
Приемочная	11,1	1	11	-	-
Узел	13,7	-	-	1	14
итого по этажу :			307(разница возмещается через вестибюль)		819
2 этаж					
Комната для хранения светильников	37,4	-	-	2	75
Завхоз	22,5	3	67	2	45
Подсобное помещение	15,7	-	-	1	16
Рекреация	120,2	-	-	-	-
Комната отдыха занимающихся	41,8	3	125	2	84
Раздевалка М	41,0	2	82	-	-

## Продолжение таблицы

Душевая	31,5	-	-	-	50
С.У.	29,0	-	-	50 куб м/ч на унитаз	150
Раздевалка Ж	34,9	2	70	-	-
Душевая	31,5	-	-	-	38
Комната тренера	31,1	3	93	2	62
С.У. тренера	5,0	-	-	50 куб м/ч на унитаз	50
итого по этажу:			438(разниц а возмещаетс я через рекреацию)		570
3 этажа					
Венткамера 1	71,7	-	-	-	-
Венткамера 2	41,7	-	-	-	-
Тех. Пом	15,7	-	-	1	16
Холл	147,1	-	-	-	-
Кабинет	46,9	3	141	2	94
Кабинет	35,5	3	106	2	71
Тренерская	28,0	3	84	2	56
С.У. в тренерской	5,0	-	-	50 куб м/ч на унитаз	50
Бытовое помещение	22,1	2	44	-	-
Душевая	6,6	-	-	-	38
МОП	6,9	-	-	Принимаетс я 75 куб м/ч на 1 душ. сетку (2 шт)	75
С.У.	23,7	-	-	50 куб м/ч на унитаз	100
итого по этажу:			375(разниц а возмещаетс я через холл)		499
ИТОГО:			1888		1888

При проектировании было принято решение подавать воздух системой П2 во все вспомогательные помещения с температурой  $t_b=16$  °С, а в тех помещениях, где температура выше, недостаток теплоты возмещается системой отопления.

Рассчитывается  $Q_{\text{вент}}$ , Вт:

$$Q_{\text{вент}} = c \cdot G \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{вн.в}}). \quad (4.6)$$

$c$  – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С);

$t_{\text{пр}}$  ,  $t_{\text{вн.в}}$  – температура приточного и внутреннего воздуха, соответственно, °С.

$$Q_{\text{с.о.}} = Q_{\text{огр}} - Q_{\text{вент}}, \text{ Вт}. \quad (4.7)$$

Расчет приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Нагрузка на систему отопления в помещениях с температурой притока ниже необходимой

Наименование	$\Delta t$ , °С	$c$ , Дж/(кг·°С)	$G$ , кг/ч	$Q_{\text{вент}}$ , Вт	$Q_{\text{огр}}$ , Вт	$Q_{\text{со}}$ , Вт
1	2	3	4	5	6	7
Завхоз	-3	1,005	80,4	-242	157	399
Комната отдыха занимающихся	-3	1,005	150	-452	888	1340
Раздевалка М	-3	1,005	98,4	-297	631	928
Раздевалка Ж	-3	1,005	84	-253	365	618
Комната тренера	-3	1,005	111,6	-336	661	997
Кабинет	-3	1,005	169,2	-510	1095	1605
Кабинет	-3	1,005	127,2	-384	802	1186
Тренерская	-3	1,005	100,8	-304	633	937
					Итого:	8011

### 4.3 Воздушный баланс

В результате проектирования систем вентиляции в помещении должен установиться баланс:  $L_{\text{прит}} = L_{\text{выт}}$ .

Таблица 4.3 – Воздушный баланс спортивного зала

Период года	Объем пом. V, м <sup>3</sup>	Избытки тепла Qя Вт	Вытяжная вентиляция, м3/ч			Приточная вентиляция, м3/ч			
			Механическая	Всего	t <sub>y</sub> °С	Естественная	Механическая	Всего	t <sub>п</sub> °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТП	7782,7	29063	17410	17410	31,1	4600	12810	17410	25,6
ХП		27750	12810	12810	18,5	-	12810	12810	12

#### 4.4 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Приводится расчет воздухораспределительных устройств для спортивного зала.

Принимаются воздухораспределительные устройства однорядные с воздушным клапаном АМР в количестве 11 шт размером 800×300 с коэффициентами n=2, m=2,5, F<sub>0</sub>=0,229 м<sup>2</sup>[15]. Струи подаются под углом 45°.

Расчет производится по методике изложенной в [10].

Расчет для системы П1:

Расход одного воздухораспределителя равен 1164,5 м<sup>3</sup>/ч.

$$V_0 = \frac{1164,5}{3600 \cdot 0,229} = 1,41 \text{ м/с}$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{2,5 \cdot 1,41 \cdot 0,229}{2 \cdot 3} = 5,44 \text{ м}$$

$$y = 3 \cdot \text{tg}45^\circ + \frac{0,47 \cdot 3^3}{5,44^2 \cdot \cos^2 45^\circ} = 3,86 \text{ м}$$

$$x = \frac{3}{2,5 \cdot 130} = 0,11, F = \frac{F_0}{F_{\Pi}} = \frac{0,229}{130} = 0,002 \text{ соответственно } k_c = 1;$$

$$\frac{x}{l} = \frac{3}{1,8} = 1,66 \text{ соответственно } k_B = 1;$$

Для скорости:



$$K_H = \cos 45^\circ \cdot \sqrt{\cos^2 45^\circ + \sin^2 45^\circ + \frac{3}{5,44 \cdot \cos 45^\circ}} = 1,06$$

Для температуры:

$$K_H = \frac{1}{\cos 45^\circ} = 1,41$$

$$V_x = \frac{2,5 \cdot 1,41 \cdot \sqrt{0,229}}{3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,06 = 0,6 \text{ м/с}$$

$0,6 \leq 1,4 \cdot 0,5$  условие выполняется.

$$\Delta t_x = \frac{2 \cdot 3 \cdot \sqrt{0,229}}{3} \cdot \frac{1}{1 \cdot 1,41} = 0,68 \text{ }^\circ\text{C}$$

$0,68 \leq 3$  условие выполняется.

Дальнейшие расчеты выполняются аналогично и приведены в таблице в приложении Ж.

#### 4.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем

Целью аэродинамического расчета является определение сечений воздухопроводов и суммарных потерь давлений участков основного направления с увязкой всех остальных участков системы.

Расчет выполняется по методу [10].

После соответствующего расчета необходимо произвести увязку ответвлений с магистралью:

$$\frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (4.8)$$

Расчет сводится в приложение З.

#### 4.6 Расчет естественного притока

Естественная вентиляция осуществляется под действием аэростатического и ветрового давления.

Расчет сводится к определению площади необходимых оконных проемов, которые должны быть открыты для подачи приточного воздуха в

теплый период года при условии, что скорость воздуха в помещении не превышает допустимую.

Расчет ведется по методике [10].

Принимаются створки одинарные верхнеподвесные, угол открывания створки  $15^\circ$ .

$$\Delta p = 9,81 \cdot (9 - 6,82) \cdot (1,19 - 1,17) = 0,43 \text{ Па}$$

$$\Delta p_1 = 0,3 \cdot 0,43 = 0,13 \text{ Па}$$

$$F = \frac{4600 \cdot 1,19}{3600 \cdot \frac{2 \cdot 1,19 \cdot 0,13}{16}} = 10,93 \text{ м}^2$$

$$v_0 = \frac{1}{3600 \cdot 10,93} = 0,00003$$

$$v_k = 0,00003 \cdot \sqrt{1 \cdot 0,99} = 0,00003$$

$$k_n = \sqrt{1 - \left(\frac{2,18}{9}\right)^4} = 0,99$$

$$v_{\text{доп}} = 1,4 \cdot 0,5 = 0,7 \text{ м/с}$$

$0,00003 < 0,7$  условие выполняется.

#### 4.7 Расчет тепловых завес

В многоэтажных общественных зданиях при большом количестве посетителей входные двери длительное время находятся в открытом состоянии и через них в здание поступает холодный воздух. В помещениях, расположенных непосредственно у входных дверей, — в вестибюлях, — наблюдается снижение температуры внутреннего воздуха.

Когда входные двери находятся открытыми длительное время — более 5 мин в час, приходится прибегать к специальным устройствам, частично препятствующим поступлению холодного воздуха в здание. Такими устройствами являются воздушно-тепловые завесы, устраиваемые у входов в здания. В данном здании устанавливается воздушно-тепловая завеса смесительного типа.

Определяется расход воздуха для завесы, кг/ч:

$$G_3 = \frac{5100 \mu k_3 F_{\text{ВХ}} \overline{\Delta p \cdot \rho_H} \cdot (t_{\text{СМ}} - t_H)}{(t_3 - t_{\text{СМ}})}. \quad (4.9)$$

Разность давлений:

$$\Delta p = gh(\rho_H - \rho_B), \text{ Па}, \quad (4.10)$$

$h$  – расстояние от уровня земли до середины двери, м:

$$h = h_{\text{л.к.}} - 0,5h_{\text{дв.}} \quad (4.11)$$

Тепловой поток для нагрева воздуха в случае забора воздуха из вестибюля:

$$Q = 0,28 \cdot G_3(t_3 - t_B), \text{ Вт}. \quad (4.12)$$

Число людей проходящих в здание в одну створку двери 125 чел/ч.

$$h = 9 - 0,5 \cdot 2,07 = 7,97 \text{ м}$$

$$\Delta p = 9,81 \cdot 7,97 \cdot (1,45 - 1,22) = 17,98 \text{ Па}$$

$$G_3 = \frac{5100 \cdot 0,65 \cdot 0,04 \cdot 2,71 \cdot 17,98 \cdot 1,45 \cdot (16 - (-30))}{(50 - 16)} = 2483 \text{ кг/ч}$$

$$Q = 0,28 \cdot 2483 \cdot (50 - 16) = 23639 \text{ Вт}$$

По расходу воздуха и мощности подобрана электрическая воздушно-тепловая завеса типа КЭВ-24П4041Е, на один дверной проем устанавливается одна завеса.

#### 4.8 Расчет и подбор оборудования

В состав приточной установки входят воздухозаборная решетка, утепленный клапан, фильтр, калориферная установка, вентилятор.

Подбор воздухозаборной решетки

Расчет решетки производится для всего объема воздуха, забираемого снаружи и направляемого в приточные камеры П1 и П2.

Определяется требуемая площадь поперечного сечения решетки:

$$F_{\text{тр}} = \frac{L}{3600 \cdot v}, \text{ м}^2. \quad (4.9)$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{(12810 + 1888)}{3600 \cdot 3} = 1,36 \text{ м}^2$$

По полученным данным подбирается щелевая решетка типа ЖМ-5 фирмы «ПромВентиляцияСервис»[16].

Конструкция данной решетки представляет собой сварную раму из равнополочного уголка 50×50×5 мм, внутрь которой с шагом 35 мм под углом 45° вставлены перья из листовой полосы  $\delta=1,5$  мм.

Количество воздухозаборных решеток:

$$n = \frac{F_{гр}}{f_{реш}}, \text{ шт.} \quad (4.13)$$

$$n = \frac{1,36}{0,84} = 2 \text{ шт}$$

По полученным параметрам определяется действительная скорость воздуха в живом сечении решетки:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot n \cdot f_{реш}}, \text{ м/с.} \quad (4.14)$$

$$v = \frac{14698}{3600 \cdot 2 \cdot 0,84} = 2,43 \text{ м/с}$$

Определяются потери давления в решетке по действительной скорости:

$$\Delta P_{реш} = \zeta \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па.} \quad (4.15)$$

$$\Delta P_{реш} = 2 \frac{1,19 \cdot 2,43^2}{2} = 7,03 \text{ Па}$$

Расчет и подбор приточных установок осуществляется с помощью программного обеспечения ВЕЗА по расходу приточного воздуха, потерям давления в сети и температуре приточного воздуха, с учетом 15% запаса.

П1:  $L=12810 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=58,20$ ,  $t_{п}=12 \text{ }^\circ\text{C}$ , выбирается КЦКП-12,5.

П2:  $L=1888 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=99,30 \text{ Па}$ ,  $t_{п}=15 \text{ }^\circ\text{C}$ , КЦКП-1,6.

Результаты в приложении И.

Подбор вентилятора выполняется по расходу и потерям давления в сети с помощью программы фирмы ВЕЗА по формуле:

V1:  $L=244 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=35,12 \text{ Па}$ , выбран крышной вентилятор КРОМ-3,1;

V2:  $L=435 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=72,26 \text{ Па}$ , выбран крышной вентилятор КРОМ-4;

V3:  $L=284 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=57,94 \text{ Па}$ , выбран крышной вентилятор КРОМ-3,1;

V4:  $L=401 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=22,68 \text{ Па}$ , выбран крышной вентилятор КРОМ-3,1;

В5:  $L=500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\Delta P=38,14 \text{ Па}$ , выбран крышной вентилятор КРОМ-3,1.

Крышные вентиляторы для вытяжной вентиляции спортивного зала:

В ХП в спортивном зале работает 5 крышных вентиляторов, расход каждого  $L=2562 \text{ м}^3/\text{ч}$ , выбран КРОМ-3,55, в ТП воздух удаляется дополнительными крышными вентиляторами в количестве 2 шт., рассчитанными на расход  $L=2300 \text{ м}^3/\text{ч}$  каждый, выбирается КРОМ-4.

Характеристики вентиляторов представлены в приложении К.

## **5 ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

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

Системы вентиляции включают в себя вентиляторы, приточные камеры, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, фильтры для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, прокладочные и вспомогательные детали.

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции воздуха включают в себя вспомогательные процессы:

- подготовку объекта к монтажу указанных систем;
- прием и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- подбор и комплектование вентиляционного оборудования;
- сборка и доставка узлов, деталей, элементов к месту монтажа;
- установка креплений;
- укрупнительная сборка оборудования;
- монтаж магистральных, в т.ч. вертикальных, горизонтальных воздуховодов;
- монтаж опусков и деталей систем;
- обкатка смонтированного оборудования;
- наладка и регулирование систем;
- сдача систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены общестроительные работы:

- устройство стен, перекрытий, перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования;
- устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметичных дверей и других деталей вентиляционных систем;

- устройство монтажных проемов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа;

- пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены;

- оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов;

- установка воздухораспределительных устройств;

- устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении;

- нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах;

- остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот.

Все вышеуказанные работы должны быть выполнены в отдельных захватках на всем объекте.

После приёмки объекта под монтаж:

- уточняется совмещенный график производства работ с корректировкой сроков выполнения строительных, монтажных, технических и других работ;

- принимается к монтажу вентиляционное оборудование по акту;

- завозится ручной инструмент, инвентарь и приспособления.

## **5.2 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции**

Воздуховоды монтируются в соответствии с проектными привязками и отметками. Прокладки между фланцами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготавливаются из ленточной монолитной резины. Болты по фланцам затягиваются, все гайки болтов располагаются с одной стороны фланца.

Крепление растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным. Воздуховоды крепятся так, чтобы их вес не передавался

на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки устанавливаются непосредственно перед индивидуальными испытаниями. Вентилятор устанавливается на пружинных виброизоляторах.

Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту 1 м.

Воздуховоды систем приняты из тонколистовой оцинкованной стали круглого сечения.

При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие требования:

1. воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование;
2. вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты.

Объем работ представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Объем монтажных работ

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Монтаж воздуховодов d=100 мм	м	98,1
	d=160 мм		68,5
	d=200 мм		34,2
	d=225 мм		11
	d=250 мм		6
	d=315 мм		21,3
	d=355 мм		19,2
	d=400 мм		4,4
	750×500		5,4
	850×500		1,3
	200×100		5,8
	100×150		2,6
2	Монтаж дроссель-клапанов d=100 мм		11

Продолжение таблицы



	d=160 мм	шт	3
	d=200 мм	шт	1
3	Монтаж воздухозаборных решеток	шт	2
4	Монтаж блочных приточных установок	шт	2
5	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	12
6	Монтаж узлов прохода через кровлю	шт	12

Трудоемкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8}, \text{ чел.-дни}, \quad (5.1)$$

где  $H_{вр}$  - норма времени на единицу объема работ, чел.-час [17],[18],[19];

$V$  – фактический объем работ;

8 – продолжительность смены, час.

Результаты расчета трудоёмкости работ сведены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Ведомость затрат труда

№	Шифр	Наименование работ	Ед. изм.	Норма времени на ед-цу изм.	Трудоемкость захватки		Состав звена
					объем работ	чел.-дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ЕНиР 10-5	Монтаж дроссель клапанов 100 мм	шт	0,92	11,00	1,27	Монтажник систем вентиляции 4 разр. - 1, 3 разр. - 1
		160 мм			3,00	0,35	
		200 мм			1,00	0,12	
2	ЕНиР 10-16	Монтаж воздухозаборных решеток	шт	1,2	2,00	0,30	Монтажник систем вентиляции 4 разр. - 1
3	ЕНиР 10-2	Монтаж блочных приточных установок L=12810	шт	6,77	1,00	0,85	Монтажник систем вентиляции 6 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 2
		L=1888			3,42	1,00	
4	ЕНиР 34-27	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	12	4,3	6,45	монтажник систем вентиляции 5

							разр. - 1, 3 разр. - 2
5	ЕНиР 10-11.2	Монтаж воздухораспределителей	шт	0,75	66	6,19	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1
6	ЕНиР 10-6	Монтаж узлов прохода	шт	0,88	12	1,32	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1
7	ЕНиР 10-5	Монтаж воздуховодов	м	0,65	277,8	22,57	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1
Итого:							39,8
Подготовительными работами 8 %:							3,2
Пуск и регулировка систем 5 %:							2,0
Накладными расходами 10%:							4,0
Всего:							49,0

### 5.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции

Перед пусконаладочными испытаниями проверяют соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям.

При испытании проверяют работоспособность системы, соответствие производительности вентилятора проектным данным, равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками, герметичность

соединений, соответствие проектным данным объема воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства.

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

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, включающий в себя: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями, допущенными при производстве работ, акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций, паспорта на оборудование, акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок.

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

## 6 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Установка системы автоматизации и контроля является необходимой на вводе теплоносителя в здание. Она обеспечивает надежную работу систем горячего водоснабжения, отопления, вентиляции в любых условиях в любое время года, а также отключение систем в случае аварий.

Автоматизация и контроль на вводе выполняет следующие условия:

- регулирует подачу теплоносителя в приточные системы вентиляции, ГВС, отопления; защищает водяной воздухонагреватель от замораживания по воде и воздуху;

- регулирует температуру горячей воды, подаваемой на ГВС.

На рисунке изображена функциональная схема узла управления.

Из котельной поступает теплоноситель с параметрами температуры 95-70 °С. Теплоноситель очищается от примесей в магнитном фильтре ФМФ-100. Данный фильтр очищает воду от песка, различных механических включений и ферромагнитных примесей.

Далее через первичный преобразователь расхода ППР-50. Счётчик СТД подсоединяется к подающему трубопроводу перед подачей на теплоснабжение П1, П2, также перед ГВС и на циркуляцию ГВС. Счетчики СТД предназначен для измерений и регистрации объема, тепловой энергии, температуры, давления теплоносителя в водяных системах теплоснабжения.

Регулятор давления прямого действия УРРД-М отвечает за поддержание постоянного давления, перепад давлений и расход. Условия эксплуатации регулятора: температура окружающей среды от 5 до 50°С; относительная влажность воздуха до 80% при температуре 35°С; транспортная тряска с ускорением до 30 м/с<sup>2</sup> при частоте ударов от 10 до 120 в мин.

На подаче на ГВС установлен регулятор температуры горячего водоснабжения РТ-ГВ. Принцип его работы таков, что при изменении температуры сетевой воды подаваемой на моноблок ALFA-LAVAL, в

регуляторе РТ-ГВ изменяется длина сильфона связанного со штоком клапана и датчиком температуры.

На циркуляционном трубопроводе на ГВС расположен насос Grundfos UP-20-15-N.

Функциональная схема представлена в приложении Л.

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Любая профессиональная деятельность несет за собой риски для здоровья человека. Для избежания травм и последующих заболеваний необходимо применять методы и средства по снижению опасных ситуаций.

### Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Технический объект – спортивный зал - характеризуется прилагаемым технологическим паспортом, представленным в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт спортивного зала общеобразовательной школы

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж системы отопления	Прокладка и сварка трубопроводов, установка креплений отопительных приборов	Специалист по монтажу систем отопления	Уровень строительный, сварочный аппарат, перфоратор, набор слесарных инструментов, труборез	Трубопроводы стальные водо-газопроводные, отопительные приборы, запорно-регулирующая арматура, электроды
2	Монтаж системы вентиляции	Прокладка и сварка воздуховодов, установка креплений воздухораспределительных устройств	Монтажник санитарно-технических систем и оборудования	Уровень строительный, сварочный аппарат ручной, перфоратор, набор слесарных инструментов	Электроды, воздуховоды стальные, кронштейны

## Идентификация профессиональных рисков

Вероятность получить травму при монтаже систем очень высока. Для предотвращения получения травм необходимо разработать возможные риски.

Приводится наименование возникающих опасных и вредных производственно-технологических факторов, согласно [21].

Риски представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Монтаж системы отопления	Запыленность и загазованность на рабочем месте	Перфоратор, сварочный аппарат
		Высокая температура рабочей поверхности	Сварочный аппарат
		Высокий уровень шума	Перфоратор
		Работа на значительной высоте относительно отметки пола	Установка отопительных приборов
2	Монтаж системы вентиляции	Запыленность и загазованность на рабочем месте	Перфоратор, сварочный аппарат
		Заусенцы, шероховатость на поверхностях заготовок	Установка воздуховодов
		Работа на высоте относительно отметки пола	Монтаж воздуховодов и установка воздухораспределительных решеток
		Недостаточная освещенность рабочей зоны	Установка вентканалов

## Методы и средства снижения профессиональных рисков

После определения возможных рисков, необходимо определить мероприятия по их снижению. Приводятся предлагаемые организационно-

технические методы и технические средства защиты работников от негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов. Данные приводятся согласно действующим нормативным документам [21], [22]. Приводятся используемые средства индивидуальной защиты для работников, выполняющих операции технологического процесса.

Мероприятия по снижению рисков представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Мероприятия по снижению или устранению рисков

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Запыленность и загазованность на рабочем месте	Использование малогабаритных воздухоприемников, спецодежды и средств индивидуальной защиты	Респиратор, костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
2	Высокая температура рабочей поверхности	Использование спецодежды и средств индивидуальной защиты	закрытый щиток сварщика, противошумные наушники/беруши, страховочная система: канаты, ремни
3	Высокий уровень шума		
4	Работа на значительной высоте относительно отметки пола	Использование лесов, предохранительных и страховочных устройств	
5	Заусенцы, шероховатость на поверхностях заготовок	Использование спецодежды и средств индивидуальной защиты	Плотные перчатки
6	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Использование аккумуляторного налобного фонаря	Фонарь диодный



## Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Помимо использования средств защиты, для предотвращения опасных ситуаций, необходимо строго придерживаться правил техники безопасности, а также изучать паспорта на изделия.

В процессе разработки организационно-технических мероприятий, включающих обеспечение пожарной безопасности заданного технического объекта, следует учитывать, что возникающие пожары классифицируются по виду горючего материала, пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов относят к классу А по [23].

При сварочных работах возможны опасные факторы пожара, приведенные в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Сварка трубопроводов	Сварочный аппарат	А	Открытый огонь, выделение в воздух опасных продуктов горения, низкая концентрация кислорода	Обломки строительных и инженерных конструкций, инженерно-технологическое оборудование

Рассматривается использование достаточно эффективных организационно-технических методов и технических средств, принятых для защиты от пожара. Они должны базироваться на действующих нормативных документах [23], [24].

Технические средства обеспечения пожарной безопасности представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель	Пожарная машина	Гидранты	Пожарная сигнализация	Огнетушитель	Средства защиты органов дыхания	Пожарный щит: топор, багор, лом, лопата, огнетушитель, ведро	Световые и звуковые указатели

В соответствии с действующими нормативными документами [23],[24] и с учетом типа и особенностей реализуемого технологического процесса, указываются уже реализованные эффективные организационные мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 6.6 - Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационно-технических мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Сварка трубопроводов	Инструктаж персонала правилам пожарной безопасности, размещение на этаже средств пожаротушения, учения с персоналом, комплектование добровольной пожарной дружины, назначение ответственных за пожарную безопасность	Необходимо иметь первичные средства пожаротушения, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр

## Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Проводится идентификация вредных экологических факторов, возникающих при реализациях производственно-технологического процесса.

Разрабатываются конкретные организационно-технические мероприятия по потенциальному снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом в процессе его производства. При идентификации негативных экологических факторов используются действующие нормативные документы [25].

Таблица 6.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование производственно-технологического процесса	Структурные составляющие производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Сварка трубопроводов	Сборка трубопроводов, сварка, контроль сварных швов и геометрии трубопровода	Газообразные частицы	-	Строительный мусор, в том числе упаковка от электродов, сварочной проволоки

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым техническим объектом – спортивным залом, обеспечивающих соблюдение действующих требований нормативных документов [25], [26].

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического процесса	Сварка трубопроводов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Установка местных отсосов, улавливающих газообразные частицы
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка мусорных контейнеров для сбора мусора и производственных отходов

### **Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»**

При работе над данным разделом бакалаврской работы были выявлены и проанализированы опасные и вредные производственные факторы при монтаже систем вентиляции и отопления, также была проанализирована возможность их устранения и уменьшения рисков возникновения. Показано, что применение на объекте стандартных средств обеспечения безопасности и санитарии производства обеспечит безопасность жизни и здоровья производственного персонала при внедрении на объекте – спортивном зале разработанных в бакалаврской работе технологических решений. Разработка специальных и дополнительных средств защиты не нужна.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения бакалаврской работы были выполнены следующие задачи: проанализировано техническое задание и на его основе проведены расчеты, спроектированы системы отопления и вентиляции, изучены основы автоматизированной работы в узле управления, рассчитан объем монтажных работ систем вентиляции, разработаны меры безопасности при монтаже систем отопления и вентиляции.

Все расчеты и чертежи были выполнены согласно действующим нормативным документам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.01.99\*. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/norm\\_doc/norm/sp131.pdf](https://www.abok.ru/for_spec/norm_doc/norm/sp131.pdf)
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.2003. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/docs/1882/>
3. СП 31-112-2004 Физкультурно-спортивные залы. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2005. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/SP3111220041Fizkulturnosp.html>
4. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31.06.2009. – М. Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5328291>
5. ГОСТ 30494-2011 Параметры микроклимата в помещении, МНТКС. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2011. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5153827>
6. ТКП 45-3.02-209-2010 Административные и бытовые здания. Строительные нормы проектирования. – Минск.: Минстройархитектуры, 2010. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ventsila.by/wp-content/uploads/2015/10/TKP-45-3-02-209-20101.pdf>
7. Каменев, П.Н., Вентиляция / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. – М.: АСВ, 2006. – 616 с.
8. Малявина, Е.Г., Теплотери здания: справочное пособие / Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
9. СанПиН 2.2.1 / 2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минрегион России, 2003. – 26 с.

10. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Часть 3, книга 1. – Вентиляция и кондиционирование воздуха / под ред. Н.Н. Павлова. – М.: Стройиздат, 1992, - 316 с.
11. Сканави, А.Н., Отопление: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» / Л.М. Махов. – М. : АСВ, 2002. – 576 с.
12. СП60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. \*. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012.
13. Производственная компания регистров отопления. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://registr-otopleniya.ru/>
14. СП332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования. – М. : Минстрой России, ФГУП Стандартиформ, 2017. – 151 с.
15. Гримитлин, М.И., Распределение воздуха в помещениях. – СПб. : АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2004. – 339 с.
16. Современные системы вентиляции и кондиционирования «ПромВентиляцияСервис». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.pv-s.ru/>
17. ЕНиР Сборник Е10. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации [Электронный ресурс]. – Введ. 1986. - 12. - 05. – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/4276214>
18. ЕНиР Сборник Е34. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования и воздуха, пневмотранспорта и аспирации [Электронный ресурс]. – Введ. 1986. – 12. – 05. – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/4276214>.
19. ГЭСН Сборник 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. [Электронный ресурс]. – Введ. 2009. – 11. – 17. – Режим доступа: [https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn\\_20.php](https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn_20.php).

20. Журавлев, Б.А., Справочник мастера-вентиляционника. – М. : Стойиздат, 1983. – 367 с.
21. ГОСТ 12.1.003-2014 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М. : Стандартинформ, 2015. – 27 с.
22. СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 48 с.
23. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2006. – 68 с.
24. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Национальный стандарт Российской Федерации. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М. : Стандартинформ, 2014. – 65 с.
25. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/).
26. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/).



**ПРИЛОЖЕНИЯ**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Теплопотери через ограждения помещений**

№ пом.	Наим.пом.	Ограждающие конструкции					Q, Вт	Добавочные тепл. $\beta$		$1+\beta$	Теплопотери, Вт		
		наимен.	ориент.	площадь	коэф k	t, °C		на ориент.	прочие		Q <sub>огр</sub>	Q <sub>инф</sub>	Q <sub>расч</sub>
1	Спортзал	НС	Ю	360,13	0,34	45	5510	0	0,15	1,15	6336	-	40024
		ОК	Ю	47,06	1,56	45	3304	0	0,05	1,05	3469		
		ОК	З	50,32	1,56	45	3532	0,05	0,05	1,1	3886		
		ОК	В	50,32	1,56	45	3532	0,1	0,05	1,15	4062		
		НС	З	130,18	0,34	45	1992	0,05	0,15	1,2	2390		
		НД	З	3,11	1,43	45	200	0,05	2,43	3,48	695		
		НС	В	130,18	0,34	45	1992	0,1	0,15	1,25	2490		
		НД	В	3,11	1,43	45	200	0,1	2,43	3,53	705		
		ПТ	-	904,96	0,31	45	12624	0	0	1	12624		
		ПОЛ	1 зона	170,40	0,142	45	1089	0	0	1	1089		
			2 зона	146,40	0,108	45	712	0	0	1	712		
			3 зона	173,04	0,074	45	576	0	0	1	576		
	4 зона	423,12	0,052	45	990	0	0	1	990				
2	Инв.хр.обор	НС	З	13,95	0,34	46	218	0,05	0,05	1,1	240	-	777
		НС	С	20,07	0,34	45	307	0,1	0	1,1	338		
		ПОЛ	1 зона	21,35	0,142	45	136	0	0	1	136		
			2 зона	11,19	0,108	45	54	0	0	1	54		
			3 зона	2,48	0,074	45	8	0	0	1	8		

Продолжение приложения

3	ЛК	НС	С	26,85	0,34	46	420	0,1	0	1,1	462	554	3548
		ОК	С	27,15	1,56	46	1948	0,1	0	1,1	2143		
		ПТ	-	19,24	0,31	46	274	0	0	1	274		
		ПОЛ	1 зона	11,84	0,142	46	77	0	0	1	77		
			2 зона	7,40	0,108	46	37	0	0	1	37		
4	Электрощ.	НС	С	6,00	0,34	45	92	0,1	0	1,1	101	-	136
		ПОЛ	1 зона	3,72	0,142	45	24	0	0	1	24		
			2 зона	2,33	0,108	45	11	0	0	1	11		
5	Гардеробная	НС	С	7,79	0,34	46	122	0,1	0	1,1	134	-	644
		ОК	С	5,41	1,56	46	388	0,1	0	1,1	427		
		ПОЛ	1 зона	8,64	0,142	46	56	0	0	1	56		
			2 зона	5,40	0,108	46	27	0	0	1	27		
6	Вестибюль	НС	С	9,47	0,34	46	148	0,1	0	1,1	163	-	2626
		НД	С	5,71	1,43	46	376	0,1	0	1,1	413		
		ПОЛ	1 зона	10,31	0,142	46	674	0	0	1	674		
			2 зона	22,60	0,108	46	721	0	0	1	721		
			3 зона	19,27	0,074	46	656	0	0	1	656		
7	Врач	НС	С	8,33	0,34	52	147	0,1	0	1,1	162	-	742
		ОК	С	5,41	1,56	52	439	0,1	0	1,1	483		
		ПОЛ	1 зона	8,96	0,142	52	66	0	0	1	66		
			2 зона	5,60	0,108	52	31	0	0	1	31		
8	С.У.	НС	С	9,27	0,34	46	145	0,1	0	1,1	159	-	266
		ПОЛ	1 зона	5,64	0,299	46	78	0	0	1	78		
			2 зона	3,53	0,181	46	29	0	0	1	29		
9	МОП	НС	С	4,92	0,34	46	77	0,1	0	1,1	85	-	148
		ПОЛ	1 зона	3,32	0,299	46	46	0	0	1	46		

## Продолжение приложения

			2 зона	2,08	0,181	46	17	0	0	1	17		
10	Буфет	НС	С	8,45	0,34	46	132	0,1	0	1,1	145	-	882
		ОК	С	7,69	1,56	46	552	0,1	0	1,1	607		
		ПОЛ	1 зона	10,56	0,142	46	69	0	0	1	69		
			2 зона	10,56	0,108	46	52	0	0	1	52		
			3 зона	2,38	0,074	46	8	0	0	1	8		
11	Моечная	НС	С	7,68	0,34	46	120	0,1	0	1,1	132	-	203
		ПОЛ	1 зона	4,88	0,299	46	67	0	0	1	67		
			2 зона	0,46	0,181	46	4	0	0	1	4		
12	Подсобное	ПОЛ	2 зона	4,24	0,181	45	35	0	0	1	35	-	40
			3 зона	1,07	0,102	45	5	0	0	1	5		
13	С.У.	НС	С	5,16	0,34	46	81	0,1	0	1,1	89	-	110
		ПОЛ	1 зона	2,88	0,299	46	40	0	0	1	40		
14	Приемочная	НС	В	3,88	0,34	45	59	0,1	0	1,1	65	-	520
		НД	В	1,88	1,43	45	121	0,1	1,98	3,08	373		
		ПОЛ	1 зона	3,53	0,301	45	48	0	0	1	48		
			2 зона	4,15	0,181	45	34	0	0	1	34		
15	Узел	НС	С	6,78	0,34	46	106	0,1	0,05	1,15	122	-	539
		НС	В	8,52	0,34	46	133	0,1	0,05	1,15	153		
		НС	1 зона	10,24	0,42	46	198	0	0	1	198		
		НС	2 зона	2,56	0,218	46	26	0	0	1	26		
		ПОЛ	2 зона	7,65	0,108	46	38	0	0	1	38		
		ПОЛ	3 зона	0,82	0,074	46	3	0	0	1	3		
16	Комн хр. свет.	НС	С	10,44	0,34	45	160	0,1	0,05	1,15	184	-	427
		НС	3	14,43	0,34	45	221	0,05	0,05	1,1	243		
17	Завхоз	НС	С	8,58	0,34	49	143	0,1	0	1,1	157	-	157

## Продолжение приложения

18	Подсобное	НС	С	5,94	0,34	45	91	0,1	0	1,1	100	-	100
19	Рекреация	НС	С	6,56	0,34	46	103	0,1	0	1,1	113	-	1178
		ОК	С	5,41	1,56	46	388	0,1	0	1,1	427		
		НС	В	0,50	0,34	46	8	0,1	0	1,1	9		
		НД	В	3,11	1,43	46	204	0,1	1,98	3,08	629		
20	Комн. отд.	НС	С	15,21	0,34	49	253	0,1	0	1,1	279	-	888
		ОК	С	7,24	1,56	49	553	0,1	0	1,1	609		
21	Раздевалка	НС	С	9,51	0,34	49	158	0,1	0	1,1	174	-	631
		ОК	С	5,43	1,56	49	415	0,1	0	1,1	457		
22	С.У.	НС	С	10,24	0,34	46	160	0,1	0	1,1	176	-	322
		ОК	С	1,85	1,56	46	132	0,1	0	1,1	146		
23	Комн. тренера	НС	С	4,52	0,34	49	75	0,1	0	1,1	83	-	661
		ОК	С	6,88	1,56	49	526	0,1	0	1,1	578		
24	Раздевалка	НС	С	9,79	0,34	49	163	0,1	0	1,1	179	-	365
		ОК	С	2,21	1,56	49	169	0,1	0	1,1	186		
25	С.У.	НС	С	13,86	0,34	46	217	0,1	0,05	1,15	249	-	340
		НС	В	5,04	0,34	46	79	0,1	0,05	1,15	91		
26	Душевая	НС	В	5,55	0,34	55	104	0,1	0	1,1	114	-	114
27	Венткамера	НС	С	18,93	0,34	46	296	0,1	0,05	1,15	340	-	983
		НС	З	14,46	0,34	46	226	0,05	0,05	1,1	249		
		ПТ	-	27,63	0,31	46	394	0	0	1	394		
28	Тех.пом	НС	С	6,00	0,34	46	94	0,1	0	1,1	103	-	189
		ПТ	-	6,05	0,31	46	86	0	0	1	86		
29	Холл	НС	С	6,57	0,34	46	103	0,1	0	1,1	113	-	2029
		ОК	С	5,43	1,56	46	390	0,1	0	1,1	429		
		ПТ	-	59,57	0,31	46	850	0	0	1	850		

Продолжение приложения

		НС	В	0,50	0,34	46	8	0,1	0	1,1	9		
		НД	В	3,11	1,43	46	204	0,1	1,98	3,08	629		
30	Кабинет	НС	С	11,58	0,34	49	193	0,1	0	1,1	212	-	1095
		ОК	С	7,24	1,56	49	553	0,1	0	1,1	609		
		ПТ	-	18,04	0,31	49	274	0	0	1	274		
31	Кабинет	НС	С	7,53	0,34	49	125	0,1	0	1,1	138	-	802
		ОК	С	5,43	1,56	49	415	0,1	0	1,1	457		
		ПТ	-	13,65	0,31	49	207	0	0	1	207		
32	Тренерская	НС	С	3,25	0,34	49	54	0,1	0	1,1	60	-	633
		ОК	С	4,94	1,56	49	378	0,1	0	1,1	415		
		ПТ	-	10,37	0,31	49	158	0	0	1	158		
33	С.У.	НС	С	4,26	0,34	46	67	0,1	0	1,1	73	-	244
		ОК	С	1,81	1,56	46	130	0,1	0	1,1	143		
		ПТ	-	1,94	0,31	46	28	0	0	1	28		
34	Венткамера	НС	С	6,13	0,34	46	96	0,1	0	1,1	105	-	1049
		ОК	С	9,05	1,56	46	649	0,1	0	1,1	714		
		ПТ	-	16,06	0,31	46	229	0	0	1	229		
35	Бытовое пом.	НС	С	8,25	0,34	45	126	0,1	0	1,1	139	-	258
		ПТ	-	8,55	0,31	45	119	0	0	1	119		
36	Душевая	НС	С	5,28	0,34	55	99	0,1	0	1,1	109	-	152
		ПТ	-	2,56	0,31	55	44	0	0	1	44		
37	МОП	ПТ	-	2,67	0,31	46	38	0	0	1	38	-	116
		НС	С	4,53	0,34	46	71	0,1	0	1,1	78		
38	С.У.	ПТ	-	4,58	0,31	46	65	0	0	1	65	-	91
		НС	С	1,51	0,34	46	24	0,1	0	1,1	26		

Продолжение приложения

39	С.У.	НС	В	10,50	0,34	46	164	0,1	0,05	1,15	189	-	276
		ПТ	-	4,19	0,31	46	60	0	0	1	60		
		НС	С	1,54	0,34	46	24	0,1	0,05	1,15	28		
												Общее	64306

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Теплопоступления от солнечной радиации**

	ЧАСЫ СУТОК													
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
	СПОРТЗАЛ													
	Ю													
$q_{вп}$	0	0	13	94	206	299	344	344	299	206	94	13	0	0
$q_{вд}$	31	59	76	85	87	90	91	91	90	87	85	76	59	31
$F, м^2$	47,06													
$k_1$	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26
$k_2$	0,95													
$c_3$														
$Q_{сп}$	1746	3323	2148	4321	7073	9391	10501	10501	9391	7073	4321	2148	3323	1746
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
	СПОРТЗАЛ													
	3													
$q_{вп}$	0	0	0	0	0	0	0	37	193	374	428	545	497	371
$q_{вд}$	28	44	53	57	59	60	65	72	84	100	123	129	119	73
$F, м^2$	50,32													
$k_1$	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54

Продолжение приложения

$k_2$	0,95													
$c_3$	1													
$Q_{cp}$	1686	2650	3192	3433	3553	3613	3915	2813	7150	12235	14223	17398	15901	11461
	СПОРТЗАЛ													
	В													
$q_{вп}$	371	497	545	428	374	193	37	0	0	0	0	0	0	0
$q_{вр}$	73	119	129	123	100	94	72	65	60	59	57	53	44	28
$F, M^2$	50,32													
$k_1$	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
$k_2$	0,95													
$c_3$	1													
$Q_{cp}$	11461	15901	17398	14223	12235	7408	2813	3915	3613	3553	3433	3192	2650	1686
$Q_0$	14894	21875	22739	21978	<b>22863</b>	20413	17230	17230	20155	22863	21978	22739	21875	14894



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Гидравлический расчет системы отопления 1

Главное кольцо:

№ уч.	l, м	Q <sub>уч.</sub> , Вт	G <sub>уч.</sub> , кг/ч	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	ζ	P <sub>дин.</sub> , Па	Z, Па	(Rl+z), Па	Σ(Rl+z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8	42026	1502,7	32	0,42	82,2	657,6	0,5	86,3	43,15	700,75	701
2	46	21013	751,3	25	0,37	92,5	4255	14	67,67	947,38	5202	5903
3	4,8	18011	644,0	25	0,32	69	331,2	1	49,99	49,99	381	6284
4	4,8	15009	536,7	20	0,43	172,9	829,92	1	91,2	91,20	921	7205
5	7,7	12007	429,3	20	0,35	113,6	874,72	2	59,82	119,64	994	8200
6	6,5	9005	322,0	20	0,26	65	422,5	1	33,34	33,34	456	8656
7	6,5	6003	214,6	20	0,17	30,1	195,65	1	14,24	14,24	210	8866
8	6,2	3001	107,3	20	0,09	8,4	52,08	2	4,02	8,04	60	8926
9	21,5	3001	107,3	15	0,16	38	817	9	12,56	113,04	930	9886
8'	6,2	3001	107,3	20	0,09	8,4	52,08	1,4	4,02	5,63	58	9943
7'	6,5	6003	214,6	20	0,17	30,1	195,65	1	14,24	14,24	210	10153
6'	6,5	9005	322,0	20	0,26	65	422,5	1	33,34	33,34	456	10609
5'	7,7	12007	429,3	20	0,35	113,6	874,72	2	59,82	119,64	994	11603
4'	4,8	15009	536,7	20	0,43	172,9	829,92	1	91,2	91,20	921	12525
3'	4,8	18011	644,0	25	0,32	69	331,2	1	49,99	49,99	381	12906
2'	46	21013	751,3	25	0,37	92,5	4255	14	67,67	947,38	5202	18108
1'	8	42026	1502,7	32	0,42	82,2	657,6	0,5	86,3	43,15	701	18809
(20000-18809)/20000·100=6% допустимо												

Второстепенное кольцо:

№ уч.	l, м	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	ζ	P <sub>дин</sub> , Па	Z, Па	(Rl+z), Па	∑( Rl+z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	8	42026	1502,7	32	0,42	82,2	657,6	0,5	86,3	43,15	701	701
10	2,38	21013	751,3	20	0,2	331,6	789,21	14	19,61	274,54	1064	1764
11	4,71	18011	644,0	20	0,52	245,9	1158,2	1	131,37	131,37	1290	3054
12	4,58	15009	536,7	20	0,43	172,9	791,88	1	91,2	91,20	883	3937
13	5,18	12007	429,3	20	0,35	113,6	588,45	2	59,82	119,64	708	4645
14	4,12	9005	322,0	20	0,26	65	267,8	1	33,34	33,34	301	4946
15	4,18	6003	214,6	20	0,17	30	125,4	1	14,24	14,24	140	5086
16	6,2	3001	107,3	15	0,16	38	235,6	1,5	12,56	18,84	254	5340
17	21,5	3001	107,3	15	0,16	38	815,25	9	12,56	113,04	928	6299
16'	6,2	3001	107,3	15	0,16	38	235,6	1,4	12,56	17,58	253	6552
15'	4,18	6003	214,6	20	0,17	30,1	125,82	1	14,26	14,26	140	6692
14'	4,12	9005	322,0	20	0,26	65	267,8	1	33,34	33,34	301	6993
13'	5,18	12007	429,3	20	0,35	113,6	588,45	2	59,82	119,64	708	7701
12'	4,58	15009	536,7	20	0,43	172,9	791,88	1	91,2	91,20	883	8584
11'	4,71	18011	644,0	20	0,52	245,9	1158,2	1	131,37	131,37	1290	9874
10'	2,28	21013	751,3	20	0,2	331,6	756,05	14	19,61	274,54	1031	10904
1'	8	42026	1502,7	32	0,42	82,2	657,6	0,5	86,3	43,15	701	11605

$$(18809-11605)/18809*100=37\%$$

Для увязки на второстепенном кольце устанавливаются балансирующие клапаны MSV-1.



## Гидравлический расчет системы отопления 2

Главное кольцо:

№ уч.	l, м	Q <sub>уч.</sub> , Вт	G <sub>уч.</sub> , кг/ч	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	ζ	P <sub>дин.</sub> , Па	Z, Па	(Rl+z), Па	Σ(Rl+z), Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2,8	28412	1015,9	32	0,28	38,7	108,36	1,5	38,25	57,375	166	166
2	3,9	26322	941,2	25	0,46	143	557,7	10	103,98	1039,8	1598	1763
3	4,1	24866	889,1	25	0,44	128	524,8	1	95,13	95,13	620	2383
4	5,9	21792	779,2	25	0,38	99	584,1	1	70,61	70,61	655	3038
5	4	19779	707,2	25	0,35	82,4	329,6	1	59,82	59,82	389	3427
6	1,8	16780	600,0	20	0,48	214,5	386,1	1	112,81	112,81	499	3926
7	9,3	10931	390,8	20	0,31	94	874,2	1	47,08	47,08	921	4847
8	2,2	6887	246,2	20	0,19	39	85,8	3	17,75	53,25	139	4987
9	4,2	6441	230,3	20	0,18	34,6	145,32	1	15,89	15,89	161	5148
10	5,9	2715	97,1	15	0,14	31,7	187,03	1	9,61	9,61	197	5344
11	5,4	1481	52,9	15	0,08	8,9	48,06	3,14	3,14	9,8596	58	5402
12	4,4	448	16,0	15	0,02	1,6	7,04	33,8	0,2	6,76	14	5446
11'	5,4	1481	52,9	15	0,08	8,9	48,06	4	3,14	12,56	61	5507
10'	5,9	2715	97,1	15	0,14	31,7	187,03	1	9,61	9,61	197	5703
9'	4,2	6441	230,3	20	0,18	34,6	145,32	1	15,89	15,89	161	5865
8'	2,2	6887	246,2	20	0,19	39	85,8	3	17,75	53,25	139	6004
7'	9,3	10931	390,8	20	0,31	94	874,2	1	47,08	47,08	921	6925
6'	1,8	16780	600,0	20	0,48	214,5	386,1	1	112,81	112,81	499	7424
5'	4	19779	707,2	25	0,35	82,4	329,6	1	59,82	59,82	389	7813

Продолжение приложения

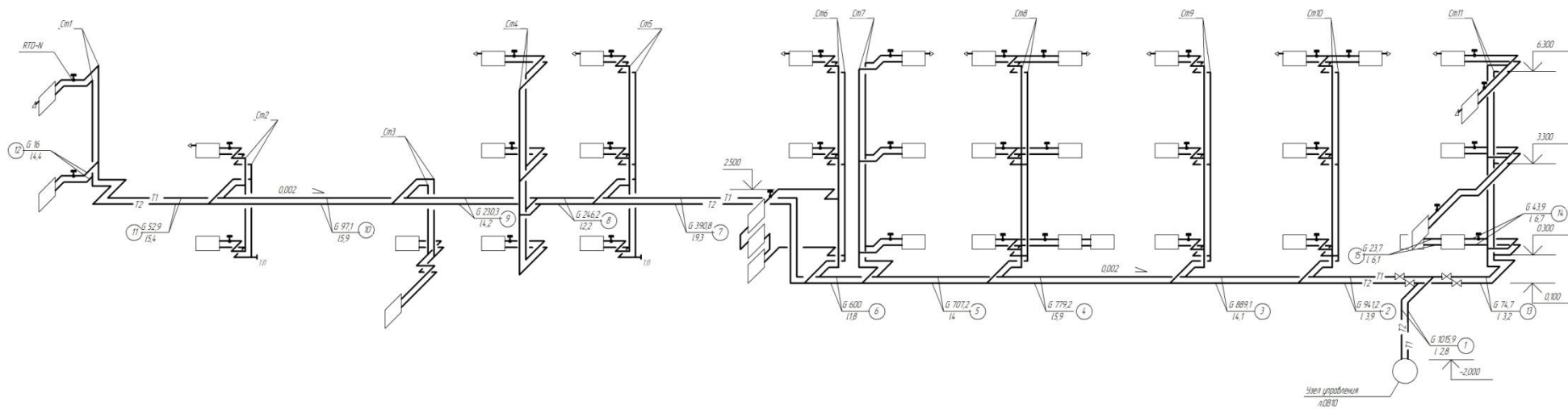
4'	5,9	21792	779,2	25	0,38	99	584,1	1	70,61	70,61	655	8468
3'	4,1	24866	889,1	25	0,44	128	524,8	1	95,13	95,13	620	9088
2'	3,9	26322	941,2	25	0,46	143	557,7	10	103,98	1039,8	1598	10685
1'	2,8	28412	1015,9	32	0,28	38,7	108,36	1,5	38,25	57,375	166	10851
(20000-10851)/20000·100=45%												

Второстепенное кольцо:

№ уч.	l, м	Q <sub>уч</sub> , Вт	G <sub>уч</sub> , кг/ч	d, мм	v, м/с	R, Па/м	R·l, Па	ζ	P <sub>дин</sub> , Па	Z, Па	(Rl+z), Па	Σ(Rl+z), Па
1	2,8	28412	1015,9	32	0,28	38,7	108,36	1,5	38,25	57,375	166	166
13	3,2	2090	74,7	15	0,11	19,6	62,72	22	5,98	131,56	194	360
14	6,7	1227	43,9	15	0,06	5,23	35,041	26,3	1,77	46,551	82	472
15	6,1	661,5	23,7	15	0,03	2,37	14,5518	1,3	0,45	0,585	15	517
14'	6,7	1227	43,9	15	0,06	5,23	35,041	-8,7	1,77	-15,4	20	566
13'	3,2	2090	74,7	15	0,06	5,23	16,736	22	5,98	131,56	148	745
1'	2,8	28412	1015,9	32	0,28	38,7	108,36	1,5	38,25	57,375	166	940
(10851-940)/10851·100=91%												

Для увязки на второстепенном кольце устанавливаются балансировочные клапаны MSV-1.

Система отопления 2.



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Расчет отопительных приборов**

Наимен. пом.	$Q_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$G, \text{кг/ч}$	$t_{\text{г}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{о}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{гр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$N, \text{шт}$	$N, \text{шт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвентарная	815,85	29	95	70	67,5	106	96	376	477	5,0	5
ЛК	3725,4	133	95	70	66,5	106	97	469	3304	34,0	34
Электрощитовая	142,8	5	95	70	67,5	106	93	60	125	1,3	3
Гардеробная	676,2	24	95	70	66,5	106	94	425	294	3,1	4
Вестибюль	2757,3	99	95	70	66,5	106	97	703	2125	22,0	22
Врач	779,1	28	95	70	60,5	106	83	392	426	5,1	6
С.У.	279,3	10	95	70	66,5	106	92	375	167	1,8	3
МОП	155,4	6	95	70	66,5	106	91	44	142	1,6	3
Буфет	926,1	33	95	70	66,5	106	95	448	523	5,5	6
Моечная и подсобное помещение	255,15	9	95	70	66,5	106	92	331	156	1,7	3
С.У. и приемочная	661,5	24	95	70	66,5	106	94	29	635	6,8	7
Узел управления	565,95	20	95	70	66,5	106	94	486	420	4,5	5
Комната хр. Светильников	448,35	16	95	70	66,5	106	93	418	323	3,5	4
Завхоз	418,95	15	95	70	63,5	106	88	345	109	1,2	3

## Продолжение приложения

Подсобное помещение	105	4	95	70	67,5	106	92	60	87	0,9	3
Рекреация	1236,9	44	95	70	66,5	106	95	448	834	8,8	9
Комната отдыха	1407	50	95	70	63,5	106	90	20	1389	15,5	16
Раздевалка	974,4	35	95	70	63,5	106	89	412	603	6,8	7
С.У.	338,1	12	95	70	66,5	106	93	696	129	1,4	3
Комната тренера	1046,85	37	95	70	63,5	106	89	412	676	7,6	8
Раздевалка	648,9	23	95	70	63,5	106	88	412	525	5,9	6
С.У.	357	13	95	70	66,5	106	93	521	201	2,2	3
Душевая	119,7	4	95	70	57,5	106	75	104	89	1,2	3
Венткамера	1032,15	37	95	70	66,5	106	95	261	797	8,4	9
Тех.помещение	198,45	7	95	70	66,5	106	92	72	177	1,9	3
Холл	2130,45	76	95	70	66,5	106	96	188	1961	20,4	21
Кабинет	1685,25	60	95	70	63,5	106	90	109	1587	17,6	18
Кабинет	1245,3	45	95	70	63,5	106	90	202	1064	11,9	12
Тренер	983,85	35	95	70	63,5	106	89	147	851	9,5	10
С.У.	256,2	9	95	70	66,5	106	92	22	250	2,7	3
Венткамера	1101,45	39	95	70	66,5	106	95	217	906	9,5	10
Бытовое помещение	270,9	10	95	70	67,5	106	94	187	215	2,3	3
Душевая и МОП	281,4	10	95	70	57,5	106	76	110	248	3,3	4
С.У.	95,55	3	95	70	66,5	106	90	58	78	0,9	3
С.У.	289,8	10	95	70	66,5	106	92	290	203	2,2	3

В помещениях, где получилось количество труб менее 3-х, принимается к установке 3 секции радиатора, а стояки в данных помещениях изолируются тепловой изоляцией.



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Таблица и диаграмма каталога терморегуляторов RTD-N



Техническое описание Клапан терморегуляторов с предварительной настройкой RTD-N

#### Номенклатура и коды для оформления заказа

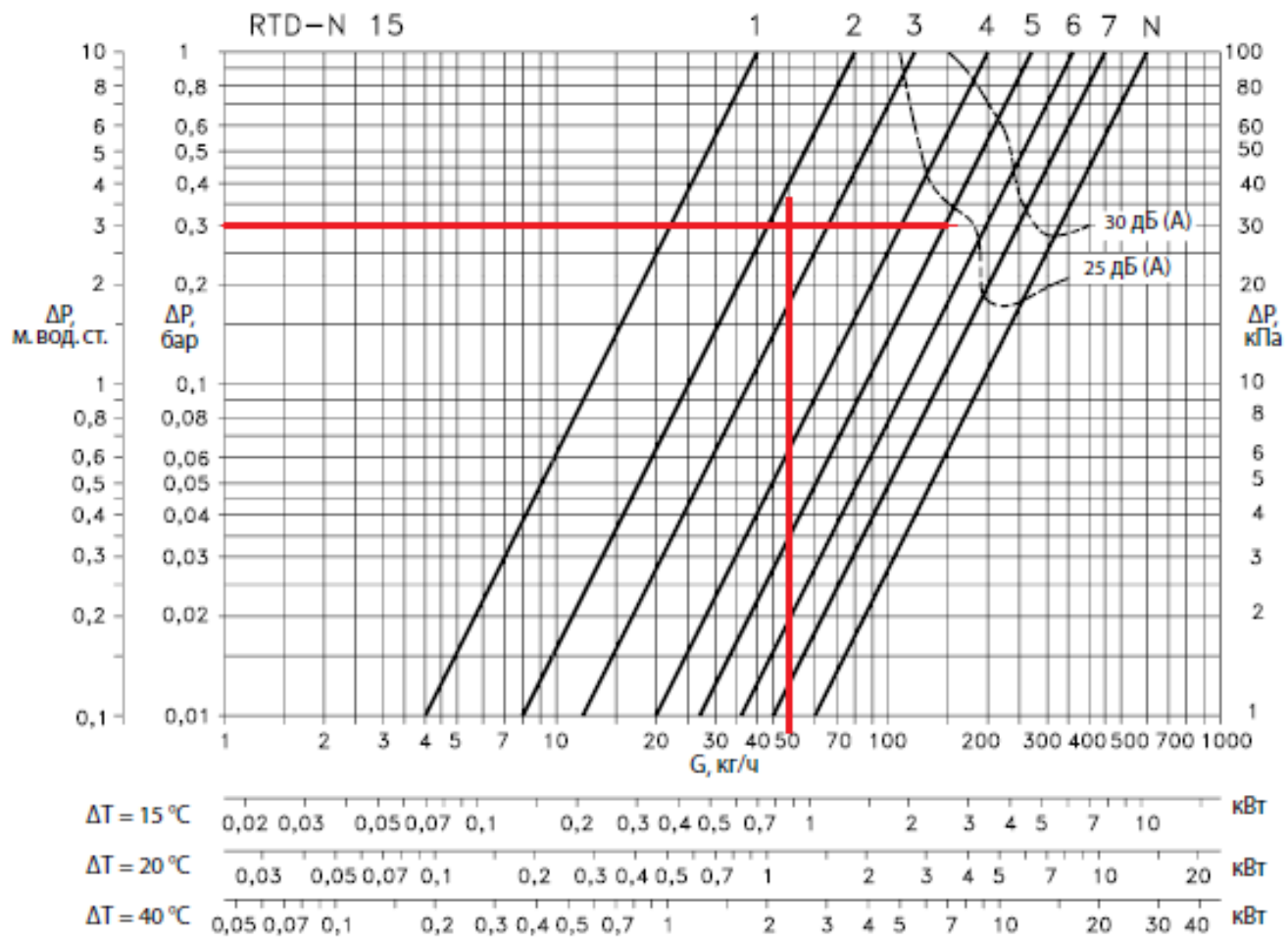
Клапаны RTD-N, стандартная модификация (с коротким хвостовиком)

Тип	Кодовый номер	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность $K_v^{(1)}$ , м <sup>3</sup> /ч, при значениях предварительной настройки									Макс. давление, бар			Макс. температур. воды, °С
			вход $R_p$	выход R	с термоэлементом									рабочее	перепад давлений <sup>(2)</sup>	испытательное	
					1	2	3	4	5	6	7	N	N				
RTD-N 10 <sup>(3)</sup>	013L3701 013L3702	Угловой, прямой	3/8	3/8	0,04	0,08	0,12	0,18	0,23	0,30	0,34	0,50	0,65	10	0,6	16	120
RTD-N 15 <sup>(3)</sup>	013L3703 013L3704 013L3753	Угловой, прямой, UK	1/2	1/2	0,04	0,08	0,12	0,20	0,27	0,36	0,45	0,60	0,90				
RTD-N 20	013L3705 013L3706	Угловой, прямой	3/4	3/4	0,10	0,15	0,17	0,25	0,32	0,41	0,62	0,83	1,40				
	013L3755	UK			0,16	0,2	0,25	0,34	0,42	0,52	0,61	0,67	1,00				
RTD-N 25	013L3707 013L3708	Угловой, прямой	1	1	0,10	0,15	0,17	0,25	0,32	0,41	0,62	0,83	1,40				

<sup>(1)</sup> Значения  $K_v$  соответствуют расходу теплоносителя  $G$  в м<sup>3</sup>/ч при определенном положении устройства предварительной настройки, максимальном подъеме золотника клапана и перепаде давлений на клапане  $P$  в размере 1 бар:  $K_v = G / \sqrt{\Delta P}$ . При настройке клапана на «N» значение  $K_v$  соответствует требованиям EN 215-1 при  $X_p = 2$  °С. Это означает, что клапан терморегулятора закроется полностью, когда температура в помещении превысит температуру настройки по шкале термоэлемента на 2 °С. При более низких значениях предварительной настройки  $X_p$  уменьшается. Так, при настройке клапана на «1»  $X_p = 0,5$  °С. В диапазоне настройки клапана от «1» до «N»  $X_p$  меняется от 0,5 до 2 °С. При использовании термостатических элементов дистанционного управления серии RTD 3560 относительный диапазон  $X_p$  следует увеличить в 1,1 раза.

<sup>(2)</sup> Клапан обеспечивает удовлетворительное регулирование при перепаде давлений на нем ниже указанного значения. Во избежание шумообразования рабочий перепад давлений на клапане рекомендуется принимать в диапазоне от 0,1 до 0,3 бар. Разность давлений в системе отопления может быть уменьшена с помощью регуляторов перепада давления фирмы Danfoss.

<sup>(3)</sup> Входные патрубки приспособлены под установку в них фитингов для присоединения медных, полимерных и металлополимерных труб (см. стр. 83–84).



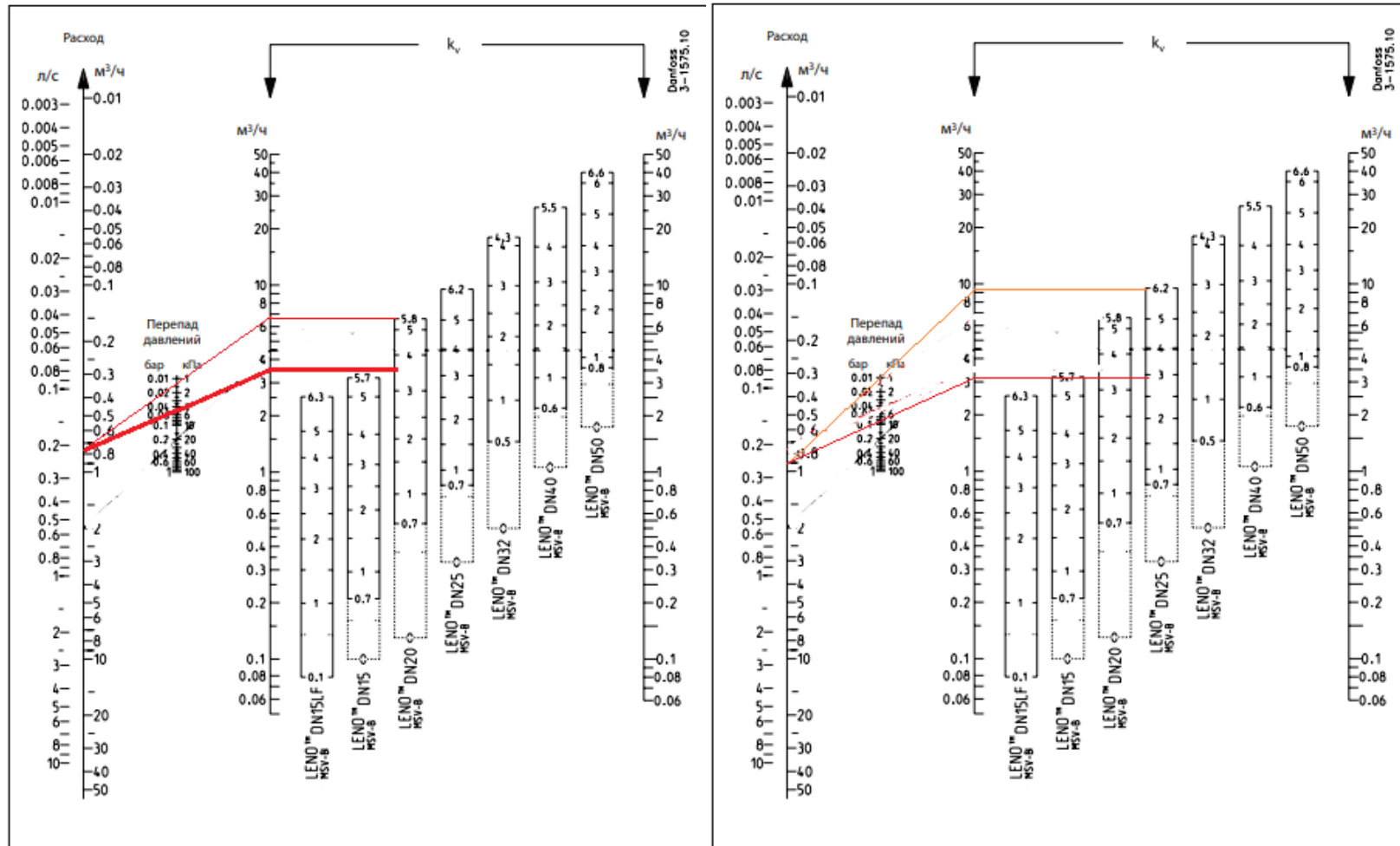
### Расчет предварительной настройки для терморегулирующих клапанов RTD-N

Наименование помещения	G, м <sup>3</sup> /ч	ΔP, Бар	k <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Номер настройки
1	2	3	4	5
инвентарная	0,029	0,3	0,05	2
ЛК	0,133	0,3	0,24	5
Электрощитовая	0,005	0,3	0,01	1
Гардеробная	0,024	0,3	0,04	1
Вестибюль	0,099	0,3	0,18	4
Врач	0,028	0,3	0,05	2
С.У.	0,010	0,3	0,02	1
МОП	0,006	0,3	0,01	1
Буфет	0,033	0,3	0,06	2
Моечная и подсобное помещение	0,009	0,3	0,02	1
С.У. и приемочная	0,024	0,3	0,04	1
Узел управления	0,020	0,3	0,04	1

Наименование помещения	G, м <sup>3</sup> /ч	ΔP, Бар	k <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Номер настройки
1	2	3	4	5
Раздевалка	0,035	0,3	0,06	2
С.У.	0,012	0,3	0,02	1
Комната тренера	0,037	0,3	0,07	2
Раздевалка	0,023	0,3	0,04	1
С.У.	0,013	0,3	0,02	1
Душевая	0,004	0,3	0,01	1
Венткамера	0,037	0,3	0,07	2
Тех.помещение	0,007	0,3	0,01	1
Холл	0,076	0,3	0,14	4
Кабинет	0,060	0,3	0,11	3
Кабинет	0,045	0,3	0,08	2
Тренер	0,035	0,3	0,06	2

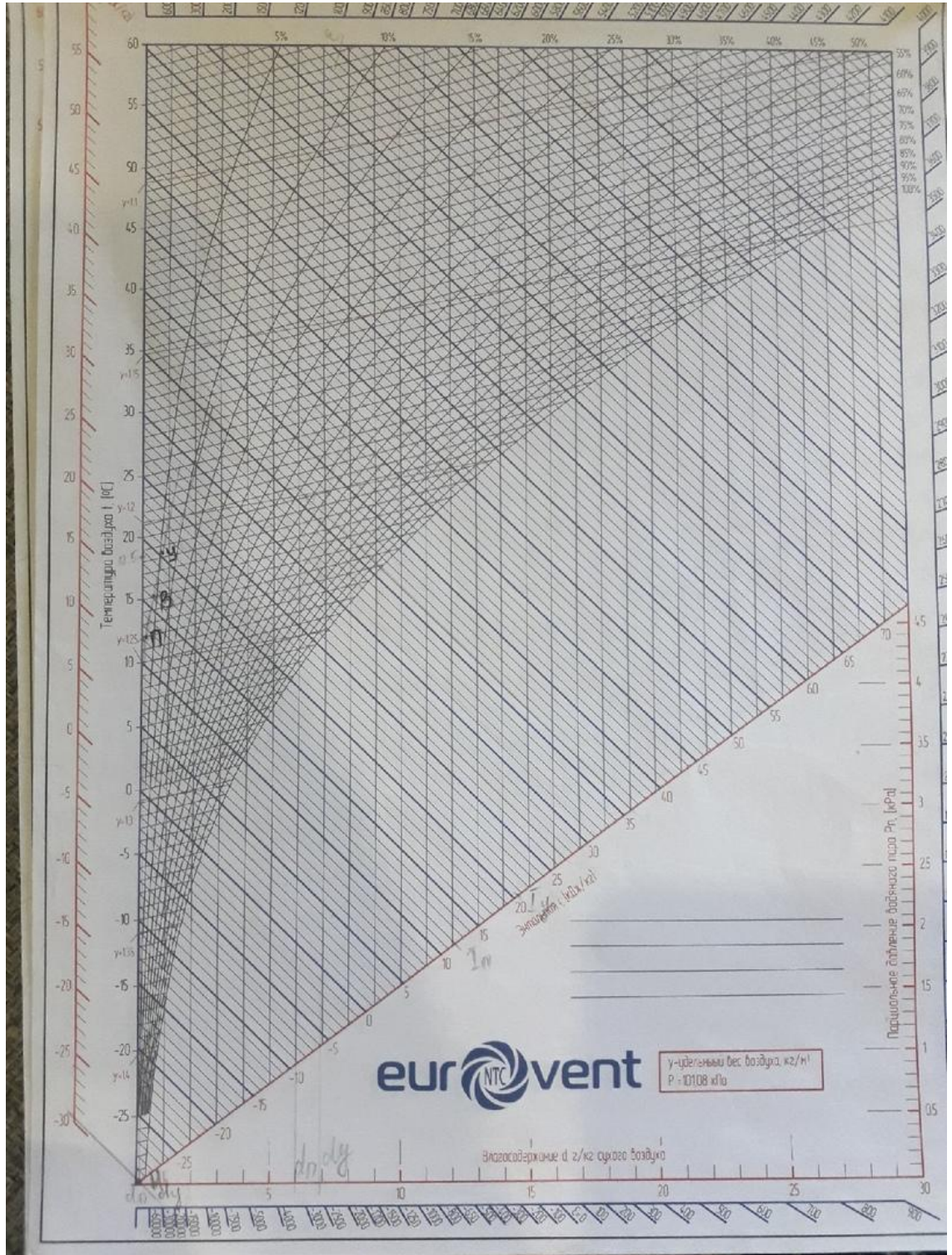
					Продолжение приложения				
Комната хр. светильников	0,016	0,3	0,03	1	С.У.	0,009	0,3	0,02	1
Завхоз	0,015	0,3	0,03	1	Венткамера	0,039	0,3	0,07	2
Подсобное помещение	0,004	0,3	0,01	1	Бытовое помещение	0,010	0,3	0,02	1
Рекреация	0,044	0,3	0,08	2	Душевая и МОП	0,010	0,3	0,02	1
Комната отдыха	0,050	0,3	0,09	3	С.У.	0,003	0,3	0,01	1
					С.У.	0,010	0,3	0,02	1

Расчет предварительной настройки для балансировочного клапана MSV-B для увязки главного и второстепенного кольца системы отопления 1 (слева) и увязки системы отопления 2 с располагаемым на вводе (справа).

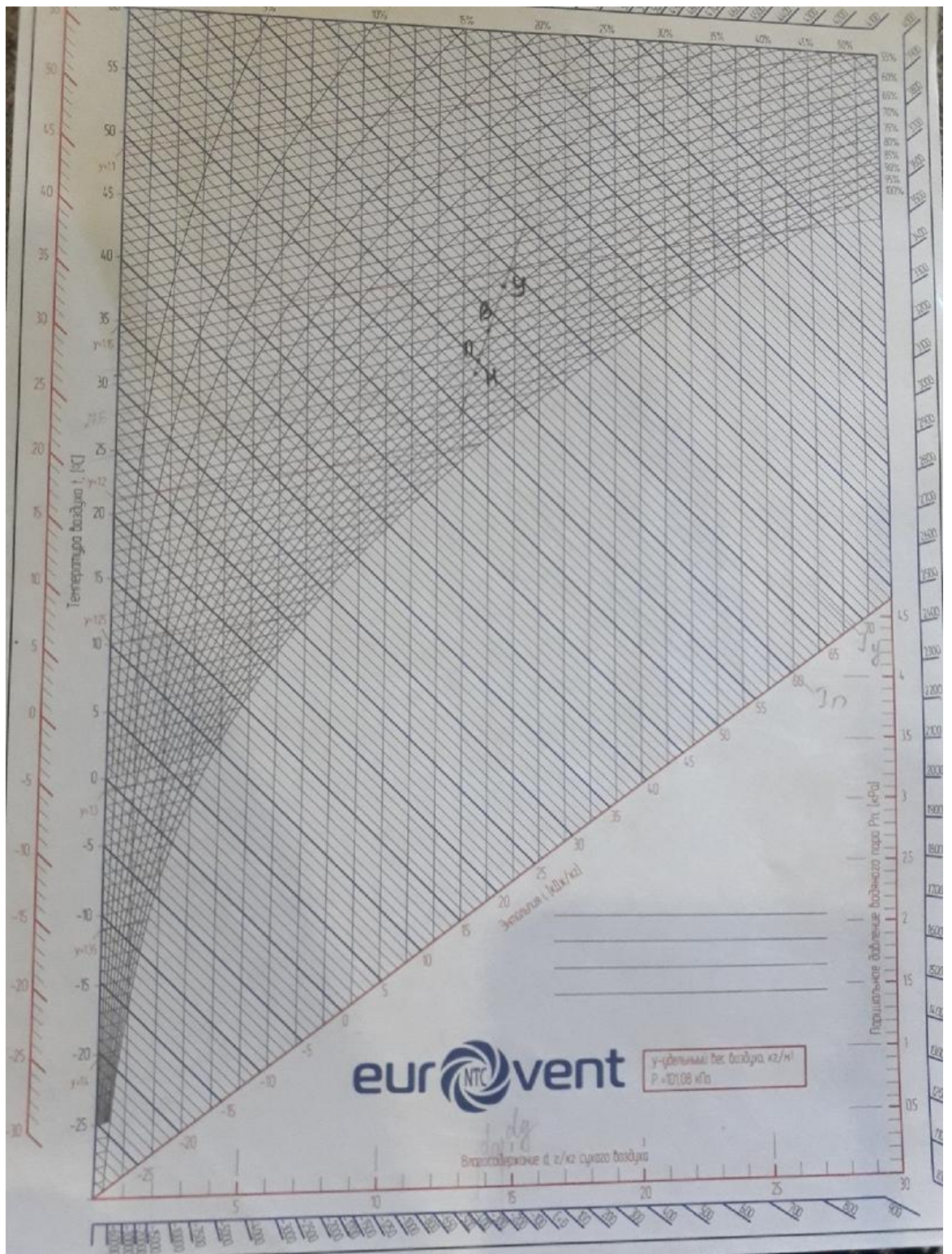




# ПРИЛОЖЕНИЕ Б







## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Расчет воздухораспределительных решеток

Наименование помещения	Кол-во приточного воздуха L м <sup>3</sup> /ч	Тип ВР	Площадь живого сечения ВР м <sup>2</sup>	Количество ВР N шт.	Кол-во воздуха через 1 ВР L <sub>o</sub> м <sup>3</sup> /ч	Скорость воздуха на выходе из ВР V <sub>o</sub> м/с	Коэффициенты	
							кс	кв
Спортзал	12810	АМР	0,229	11	1164,55	1,41	1	1
Моечная	55	АМР	0,02	1	55,00	0,76	1	1
Приемочная	11	АМР	0,02	1	11,00	0,15	1	1
Завхоз	67	АМР	0,02	1	67,00	0,93	1	1
Комн.отдыха заним.	125	АМР	0,02	1	125,00	1,74	1	1
Раздевалка М	82	АМР	0,02	1	82,00	1,14	1	1
Раздевалка Ж	70	АМР	0,02	1	70,00	0,97	1	1
Комната тренера	93	АМР	0,02	1	93,00	1,29	1	1
Кабинет	141	АМР	0,02	1	141,00	1,96	1	1
Кабинет	106	АМР	0,02	1	106,00	1,47	1	1
Тренерская	84	АМР	0,02	1	84,00	1,17	1	1
Бытовое помещение	44	АМР	0,02	1	44,00	0,61	1	1
Холл	124	АМР	0,02	1	124	1,72	1	1
Рекреация	132	АМР	0,02	1	132	1,83	1	1



Продолжение приложения

кн для скорости	кн для температуры	H	Дальность струи х	y	m	Максимальная скорость воздуха в струе $V_x$ м/с	Нормируемая скорость воздуха в струе с уч. коэф. перехода $V_{вК}$	n	Максимальная разность температур $\Delta t_x$	Нормируемая разность температур $\Delta t_n$
1,06	1,41	5,44	3	3,9	2,5	0,60	0,7	2	0,68	3
0,71	1,41	2,77	0,2	0,2	2,5	1,91	-	2	1,00	3
0,85	1,41	0,55	0,2	0,2	2,5	0,38	-	2	1,00	3
0,71	1,41	3,37	0,2	0,2	2,5	2,33	-	2	1,00	3
0,71	1,41	6,29	0,2	0,2	2,5	4,34	-	2	1,00	3
0,71	1,41	4,13	0,2	0,2	2,5	2,85	-	2	1,00	3
0,71	1,41	3,52	0,2	0,2	2,5	2,43	-	2	1,00	3
0,71	1,41	4,68	0,2	0,2	2,5	3,23	-	2	1,00	3
0,71	1,41	7,10	0,2	0,2	2,5	4,89	-	2	1,00	3
0,71	1,41	5,33	0,2	0,2	2,5	3,68	-	2	1,00	3
0,71	1,41	4,23	0,2	0,2	2,5	2,92	-	2	1,00	3
0,72	1,41	2,21	0,2	0,2	2,5	1,53	-	2	1,00	3
0,71	1,41	6,24	0,2	0,2	2,5	4,30	-	2	1,00	3
0,71	1,41	6,64	0,2	0,2	2,5	4,58	-	2	1,00	3

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Аэродинамический расчет систем вентиляции

№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	Размеры, мм	d <sub>экв</sub> , м	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	k <sub>шпер</sub>	R <sub>д</sub> , Па	R, Па/м	R·l, Па	ζ	Z, Па	(Rl+z), Па	∑(Rl+z), Па
П1														
АМР	1165				0,229	1,35		1,1			2,2	2,41	2,41	2,41
1	1165	3,58	750×500	0,60	0,28	0,86	1	0,4	0,02	0,07	0	0	0,07	2,48
2	2329	3,58	750×500	0,60	0,28	1,73	1	1,8	0,06	0,21	0	0	0,21	2,69
3	3494	3,58	750×500	0,60	0,28	2,59	1	4,0	0,12	0,43	0	0	0,43	3,12
4	4658	3,58	750×500	0,60	0,28	3,45	1	7,1	0,19	0,68	0	0	0,68	3,80
5	5823	3,58	750×500	0,60	0,28	4,31	1	11,1	0,30	1,07	0	0	1,07	4,88
6	6987	3,58	750×500	0,60	0,28	5,18	1	16,1	0,42	1,50	0	0	1,50	6,38
7	8152	3,58	750×500	0,60	0,28	6,04	1	21,9	0,55	1,97	0	0	1,97	8,35
8	9316	3,58	750×500	0,60	0,28	6,9	1	28,6	0,70	2,51	0	0	2,51	10,85
9	10481	3,58	750×500	0,60	0,28	7,77	1	36,2	0,87	3,11	0	0	3,11	13,97
10	11645	3,58	850×500	0,63	0,31	7,61	1	34,7	0,84	3,01	0	0	3,01	16,98
11	12810	7,6	850×500	0,63	0,31	8,37	1	42,0	1	7,60	0,8	33,63	41,23	<b>58,20</b>

№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	Размеры, мм	d <sub>экв</sub> , м	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	k <sub>шер</sub>	P <sub>д</sub> , Па	R, Па/м	R·l, Па	ζ	Z, Па	(Rl+z), Па	Σ( Rl+z), Па
П2														
AMP	55				0,02	0,76		0,3			2,2	0,76	0,76	0,76
1	55	2,01		0,1	0,01	1,95	1	2,3	0,71	1,43	0,36	0,82	2,25	3,01
2	66	10,5		0,16	0,02	0,91	1	0,5	0,1	1,05	0	0,00	1,05	4,06
3	167	7		0,2	0,03	1,48	1	1,3	0,18	1,26	2,12	2,79	4,05	8,11
4	493	5,95		0,25	0,05	2,79	1	4,7	0,43	2,56	2,34	10,93	13,49	21,59
5	819	7,36		0,355	0,10	2,3	1	3,2	0,19	1,40	3,91	12,41	13,81	35,40
6	1389	4,4		0,4	0,13	3,07	1	5,7	0,51	2,24	6,66	37,66	39,91	75,31
7	1888	11,8		0,355	0,10	5,3	1	16,9	0,89	10,50	0,8	13,48	23,99	99,29
Ответвления														
AMP	11				0,02	0,15		0,01			2,2	0,03	0,03	0,03
8	11	1,2		0,1	0,01	0,39	1	0,1	0,04	0,05	4,56	0,42	0,46	0,49
(4,06-0,49)/4,06·100=88% кмс=(4,06-0,49)/0,1=25,2 d=75 мм														
AMP	109				0,02	0,13		0,01			2,2	0,02	0,02	0,02
9	109	0,87	200×100	0,13	0,01	2,28	1	3,1	0,71	0,62	0	0,00	0,62	0,64
10	218	0,87	200×100	0,13	0,01	4,57	1	12,5	2,49	2,17	0	0,00	2,17	2,81
11	326	1,16	200×100	0,13	0,01	6,83	1	28,0	6,76	5,52	0,34	11,52	18,09	20,90
(21,59-20,90)/21,59·100=3 % допустимо														
AMP	109				0,02	0,13		0,01			2,2	0,02	0,02	0,02
12	109	0,87	200×100	0,13	0,01	2,28	1	3,1	0,71	0,62	0	0,00	0,62	0,64
13	218	0,87	200×100	0,13	0,01	4,57	1	12,5	2,49	2,17	0	0,00	2,17	2,81

Продолжение приложения

14	326	1,16	200×100	0,13	0,01	6,83	1	28,0	4,76	5,52	0,9	25,19	30,71	33,52
(35,40-33,52)/35,40·100=4,5 % допустимо														
AMP	44				0,02	0,05		0,002			2,2	0,00	0,00	0,00
15	44	1		0,16	0,02	0,61	1	0,2	0,06	0,06	0	0,00	0,06	0,06
16	88	1		0,16	0,02	1,22	1	0,9	0,21	0,21	0	0,00	0,21	0,27
17	132	1,4		0,16	0,02	1,82	1	2,0	0,44	0,62	0,14	0,28	0,89	1,17
18	202	2,2		0,16	0,02	2,79	1	4,7	0,95	2,09	1,08	5,04	7,13	8,30
19	295	11		0,225	0,04	2,06	1	2,5	0,3	3,30	0,13	0,33	3,63	11,93
20	377	6,5		0,2	0,03	3,33	1	6,7	0,78	5,07	1,05	6,99	12,06	23,99
21	502	3,7	300×200	0,24	0,05	3,08	1	5,7	0,51	1,89	1,43	3,98	8,16	32,15
(75,31-32,15)/75,31·100=45% кмс=(75,31-32,15)/5,7=7,57 d=162 мм														
AMP	70				0,02	0,97		0,56			2,2	1,24	1,24	1,24
22	70	0,4		0,1	0,01	2,48	1	3,7	1,08	0,43	1,77	6,53	6,96	8,21
(8,3-8,21)/8,3·100=1% допустимо														
AMP	93				0,02	1,28		0,98			2,2	2,16	2,16	2,16
23	93	0,4		0,1	0,01	3,29	1	6,5	1,81	0,72	1,34	8,70	9,43	11,59
(11,93-11,59)/11,93·100=3% допустимо														
AMP	82				0,02	1,13		0,77			2,2	1,69	1,69	1,69
24	82	0,4		0,1	0,01	2,9	1	5,0	1,44	0,58	1,61	8,12	8,70	10,39
(23,99-10,39)/23,99·100=57% кмс=(23,99-10,39)/5=2,7 d=74 мм														
AMP	125				0,02	1,73		1,80			2,2	3,95	3,95	3,95
25	125	3		0,16	0,02	1,73	1	1,8	0,32	0,96	2,91	5,23	6,19	10,14
(29,86-10,14)/29,86·100=66% кмс=(29,86-10,14)/1,8=10 d=104 мм														
APM	67				0,02	0,93		0,52			2,2	1,14	1,14	1,14
26	67	1,32		0,1	0,01	2,37	1	3,4	1	1,32	1,6	5,39	6,71	7,85
(29,86-7,85)/29,86·100=74% кмс=(29,86-7,85)/3,4=6,4 d=65 мм														
AMP	62				0,02	0,86		0,44			2,2	0,98	0,98	0,98

Продолжение приложения

27	62	1,3		0,15	0,02	0,97	1	0,6	0,11	0,14	0	0,00	0,14	1,12
28	124	0,9		0,15	0,02	1,95	1	2,3	0,39	0,35	0,13	0,30	0,65	1,77
29	168	8		0,15	0,02	2,64	1	4,2	0,68	5,44	0,14	0,59	6,03	7,79
30	252	6,6		0,2	0,03	2,23	1	3,0	0,38	2,51	0,13	0,39	2,90	10,69
31	358	5,6		0,2	0,03	3,17	1	6,0	0,71	3,98	0,27	1,63	5,60	16,29
32	499	4		0,2	0,03	4,42	1	11,7	1,29	5,16	3,96	46,42	51,58	67,87
(99,29-67,87)/99,29·100=32 % кмс=(99,29-67,87)/11,7=2,7 d=147 мм														
AMP	44				0,02	0,61		0,22			2,2	0,49	0,49	0,49
33	44	2,2		0,1	0,01	1,56	1	1,5	0,47	1,03	1,5	2,19	3,22	3,72
(7,79-3,72)/7,79·100=52% кмс=(7,79-3,72)/1,5=2,7 d=74 мм														
AMP	84				0,02	1,16		0,81			2,2	1,78	1,78	1,78
34	84	2,2		0,1	0,01	2,97	1	5,3	1,5	3,30	0,84	4,45	7,75	9,52
(10,69-9,52)/10,69·100=9,9 % допустимо														
AMP	106				0,02	1,46		1,28			2,2	2,81	2,81	2,81
35	106	2,2		0,1	0,01	3,75	1	8,4	2,3	5,06	0,98	8,27	13,33	16,14
(16,29-16,14)16,29·100=0,8 % допустимо														
AMP	141				0,02	1,45		1,26			2,2	2,78	2,78	2,78
36	141	2,2		0,1	0,01	4,99	1	14,9	3,86	8,49	0,39	5,83	14,32	17,09
(67,87-17,09)67,67·100=75% кмс=(67,87-17,09)/14,9=3,4 d=71 мм														
B1														
1	16	7,76		0,1	0,01	0,57	1	0,2	0,08	0,62	0,23	0,04	0,67	0,67
2	92	4,5		0,1	0,01	3,25	1	6,3	1,78	8,01	0,78	4,94	12,95	13,62
3	228	3,3		0,16	0,02	3,15	1	6,0	1,68	5,54	0	0,00	5,54	19,16
4	244	5,4		0,16	0,02	3,37	1	6,8	1,05	5,67	1,51	10,29	15,96	35,12
Ответвления														
5	38	2,2		0,1	0,01	1,34	1	1,1	0,36	0,79	0	0,00	0,79	0,79
6	76	3		0,16	0,02	1,05	1	0,7	0,12	0,36	0,38	0,25	0,61	1,40

Продолжение приложения

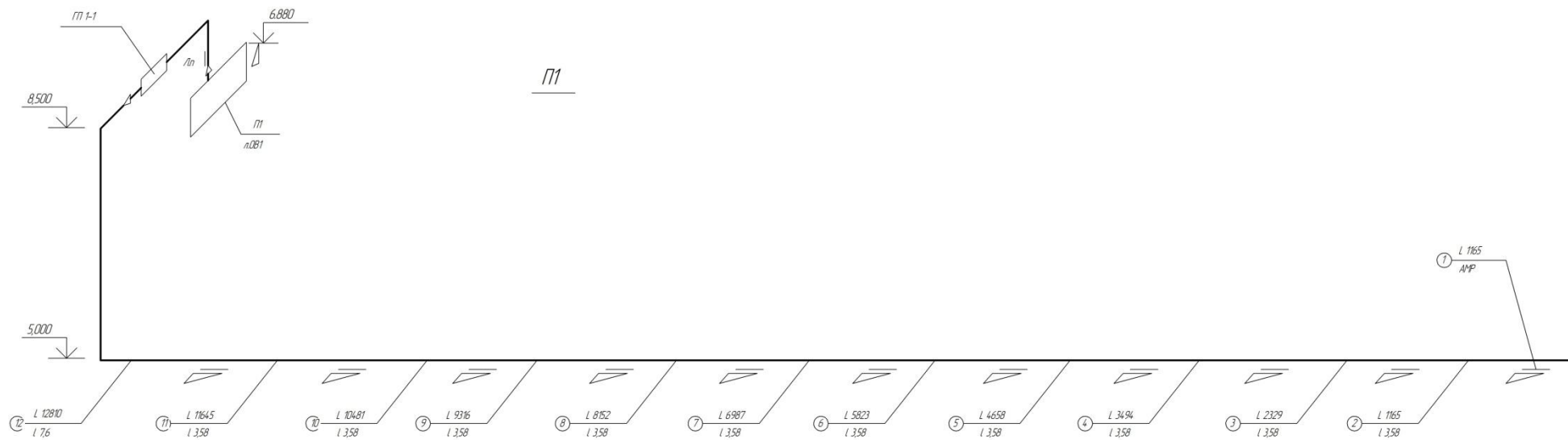
(1,4-0,67)/1,4·100=52% кмс=(1,4-0,67)/0,7=1,04 d=82 мм													
7	75	1,4	0,1	0,01	2,65	1	4,2	1,23	1,72	0	0,00	1,72	1,72
8	120	1,5	0,1	0,01	4,24	1	10,8	2,87	4,31	1,38	12,89	17,19	18,91
(19,16-18,91)/20,91·100=8% допустимо													
9	16	8,3	0,1	0,01	0,57	1	0,2	0,08	0,66	0,42	0,08	0,75	0,75
(19,16-0,75)/19,16·100=96% кмс=(19,16-0,75)/0,2=92, d=65 мм													
10	16	8,8	0,1	0,01	0,57	1	0,2	0,08	0,70	0,63	0,12	0,83	0,83
(35,12-0,83)/35,12·100=97% кмс=(35,12-0,83)/0,2=92, d=65 мм													
B2													
1	73	13,5	0,16	0,02	1,01	1	0,6	0,12	1,62	1,3	0,80	2,42	2,42
2	130	8,3	0,1	0,01	4,6	1	12,7	0,34	2,82	1,85	23,49	26,31	28,73
3	214	3,8	0,16	0,02	2,96	1	5,3	0,83	3,15	0,67	3,52	6,68	35,40
4	435	11,4	0,2	0,03	3,85	1	8,9	1,01	11,51	2,85	25,35	36,86	72,26
5	57	0,7	0,1	0,01	2,02	1	2,4	0,75	0,53	-1,27	-3,11	-2,58	-2,58
(2,58-2,42)/2,58·100=6%													
6	84	9,7	0,1	0,01	2,97	1	5,3	1,5	14,55	0,46	2,43	16,98	16,98
(28,73-16,98)/28,73·100=41%, кмс=(28,73-16,98)/5,3=2,2 d=76 мм													
7	94	6,4	0,1	0,01	3,32	1	6,6	1,84	11,78	0,88	5,82	17,60	17,60
8	165	2	0,1	0,01	5,84	1	20,5	4,93	9,86	0,2	4,09	13,95	31,55
9	221	3,6	0,16	0,02	3,05	1	5,6	0,88	1,17	0,45	2,51	3,68	35,23
(35,4-35,23)/35,4·100=5%													
10	71	2,1	0,1	0,01	2,51	1	3,8	1,11	2,33	-	1,15	-4,35	-2,02
(17,6-2,02)/17,6·100=88% кмс=(17,6-2,02)/3,8=4,1 d=70 мм													
11	56	2,1	0,1	0,01	1,98	1	2,4	0,73	1,53	0,02	0,05	1,58	1,58
(31,55-1,58)/31,55·100=95%, кмс=(31,55-1,58)/2,4=12,4 d=65 мм													

№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	Размеры, мм	d <sub>экв</sub> , м	F, м <sup>2</sup>	v, м/с	k <sub>шер</sub>	P <sub>д</sub> , Па	R, Па/м	R·l, Па	ζ	Z, Па	(Rl+z), Па	Σ(Rl+z), Па
B3														
1	14	1,7		0,1	0,01	0,5	1	0,2	0,07	0,12	0	0	0,12	0,12
2	97	2		0,1	0,01	3,43	1	7,1	1,95	3,90	0,91	6,42	10,32	10,44
3	284	16,8		0,16	0,02	3,92	1	9,2	1,38	23,18	3,77	34,76	57,94	68,39
Ответвления														
3	94	1,2	100×150	0,12	0,01	1,74	1	1,8	0,43	0,52	0	0	0,52	0,52
4	187	1,4	100×150	0,12	0,01	3,45	1	7,1	1,49	2,09	0,63	4,50	6,59	7,10
(10,44-7,1)/10,44·100=36% кмс=(10,44-7,1)/7,1=0,5 d=110 мм														
B4														
1	150		0,8	0,16	0,02	2,07	1	2,6	0,44	0,35	0	0	0,35	0,35
2	200		3,8	0,16	0,02	2,76	1	4,6	0,73	2,77	0,88	4,02	6,80	7,15
3	238		4	0,2	0,03	2,1	1	2,6	0,34	1,36	1,81	4,79	6,15	13,30
4	288		2,1	0,2	0,03	2,55	1	3,9	0,48	1,01	1,38	5,38	6,39	19,69
5	401		12,2	0,315	0,08	1,43	1	1,2	0,11	1,34	1,34	1,64	2,99	22,68
Ответвления														
6	38		2,5	0,1	0,01	1,34	1	1,1	0,36	0,90	0,21	0,23	1,13	1,13
7	88		1,1	0,1	0,01	3,11	1	5,8	1,64	1,80	0,64	3,71	5,52	6,64
(7,15-6,64)/7,15·100=7% допустимо														
8	50		0,7	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,85	0,60	-1,01	-1,90	-1,30	-1,30
(13,3-1,3)/13,3·100=90%, кмс=(13,3-1,3)/1,9=6,3, d=65 мм														
9	38		0,7	0,1	0,01	1,34	1	1,1	0,36	0,25	1,19	1,28	1,53	1,53
10	113		0,7	0,1	0,01	4	1	9,6	2,57	1,80	0,39	3,74	5,54	7,08
(19,69-7,08)/19,69·100=64% кмс=(19,69-7,08)/9,6=1,3 d=80 мм														
11	50		0,7	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,85	0,60	0,75	1,41	2,00	2,00
(2-1,53)/2·100=23%, кмс=(2-1,53)/1,9=0,2 d=91 мм														
B5														

Продолжение приложения

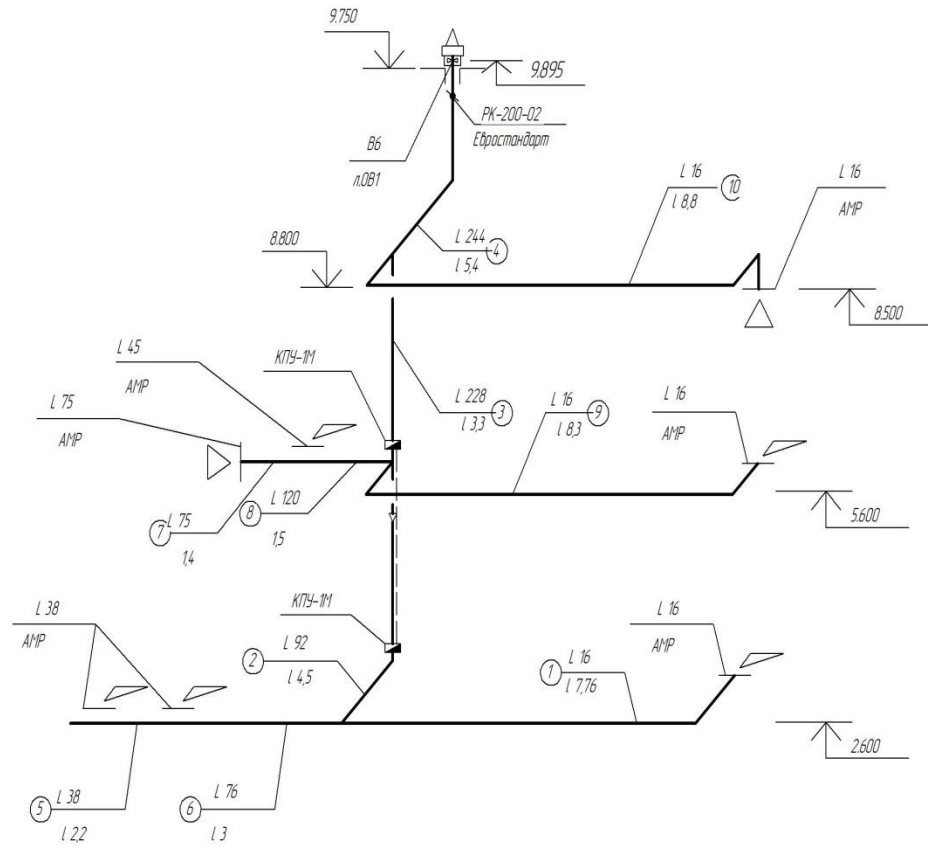
1	50	1	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,59	0,59	0	0,00	0,59	0,59
2	100	1,4	0,1	0,01	3,54	1	7,5	2,2	3,08	0,67	5,04	8,12	8,71
3	175	1	0,16	0,02	2,42	1	3,5	0,58	0,58	0	0,00	0,58	9,29
4	250	7,4	0,16	0,02	3,45	1	7,1	1,05	7,77	0,91	6,50	14,27	23,56
5	450	3,2	0,2	0,03	3,98	1	9,5	1,07	3,42	0,48	4,56	7,99	31,54
6	500	9,1	0,315	0,08	1,78	1	1,9	0,13	1,18	2,85	5,42	6,60	38,14
Ответвления													
7	50	1	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,59	0,59	0,27	0,51	1,10	1,10
8	100	0,7	0,1	0,01	3,54	1	7,5	2,2	1,54	0,46	3,46	5,00	6,10
9	150	0,7	0,16	0,02	2,07	1	2,6	0,45	0,32	0	0,00	0,32	6,41
10	200	3,2	0,16	0,02	2,76	1	4,6	0,73	2,34	2,72	12,43	14,77	21,18
(23,56-21,18)/23,56*100=9% допустимо													
11	50	0,5	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,59	0,30	0,42	0,79	1,08	1,08
(1,1-1,08)/1,1*100=2% допустимо													
12	50	1,9	0,1	0,01	1,77	1	1,9	0,59	1,12	1,36	2,56	3,68	3,68
(31,54-3,68)/31,54*100=88% кмс=(31,54-3,68)/1,9=14,66 d=65 мм													
13	75	1,2	0,1	0,01	2,65	1	4,2	1,2	1,44	1,52	6,40	7,84	7,84
(8,71-7,84)/8,71*100=9% допустимо													



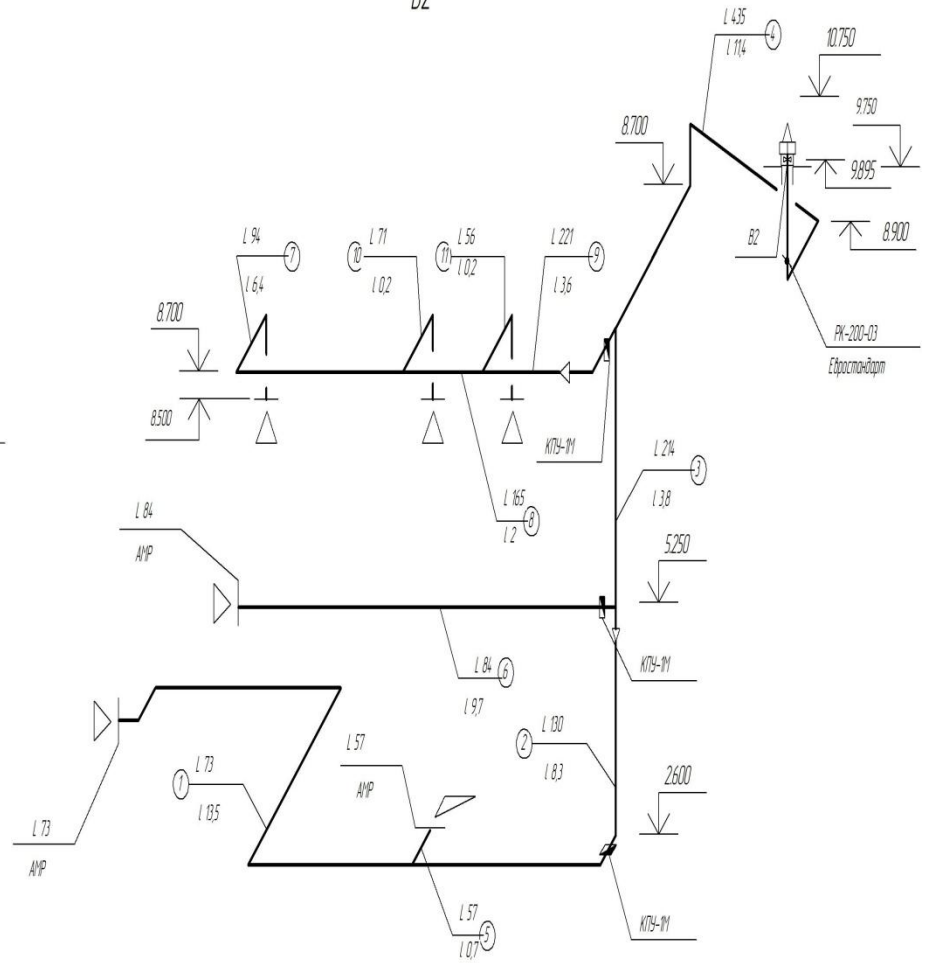




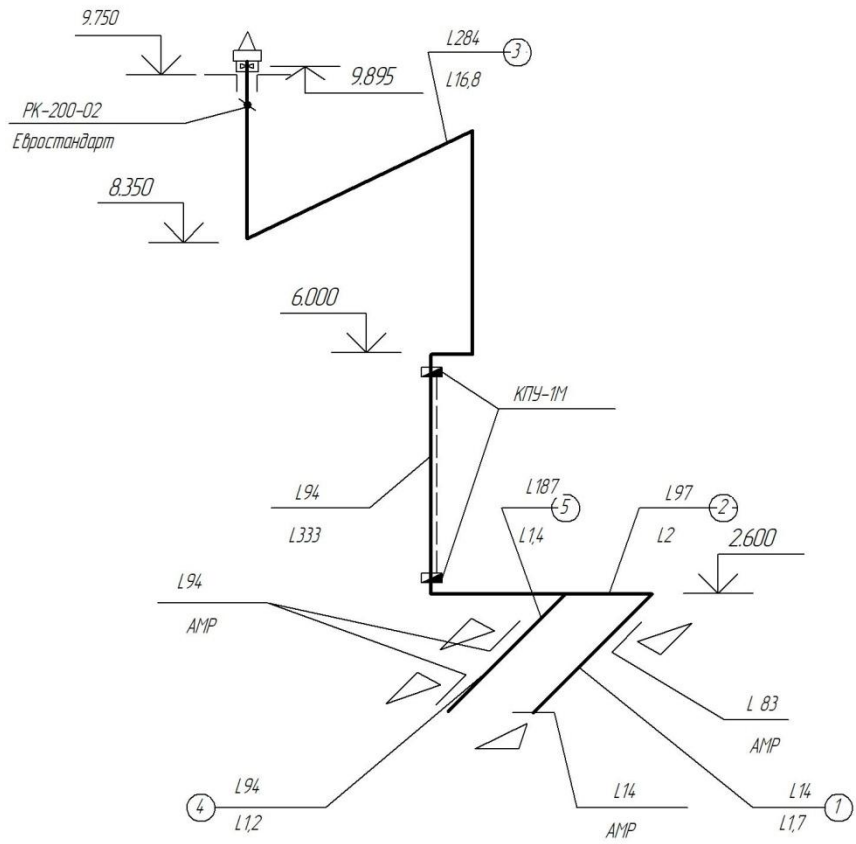
B1



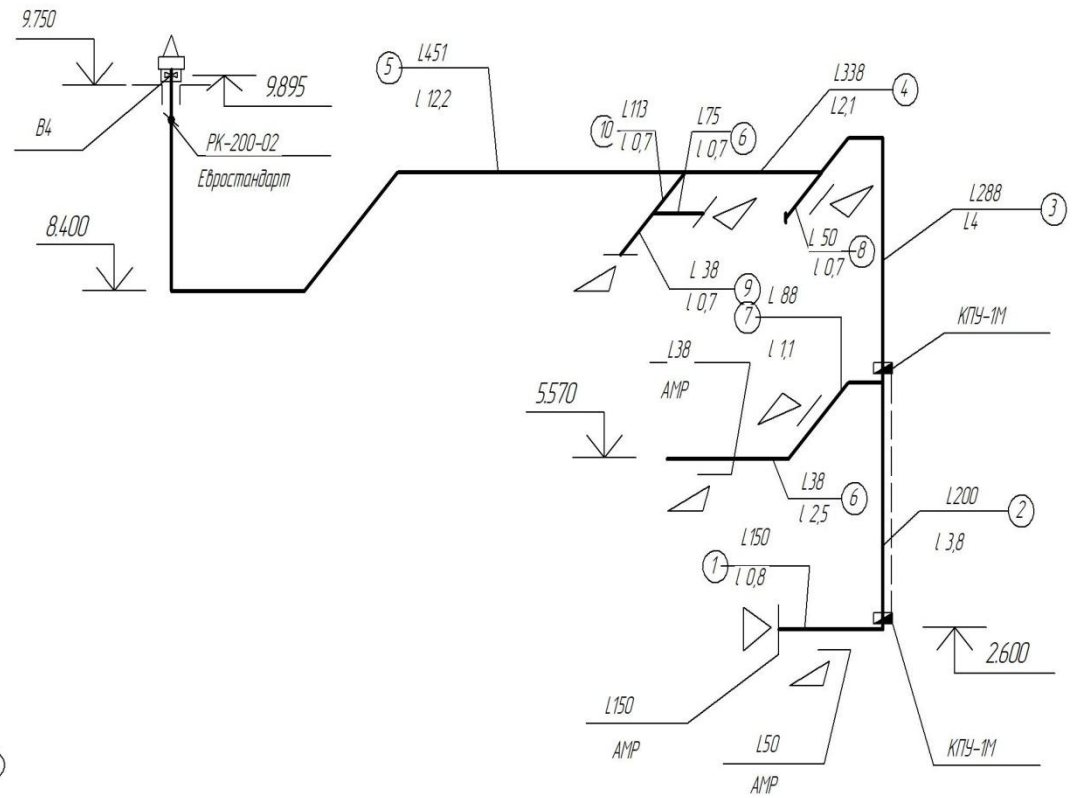
B2



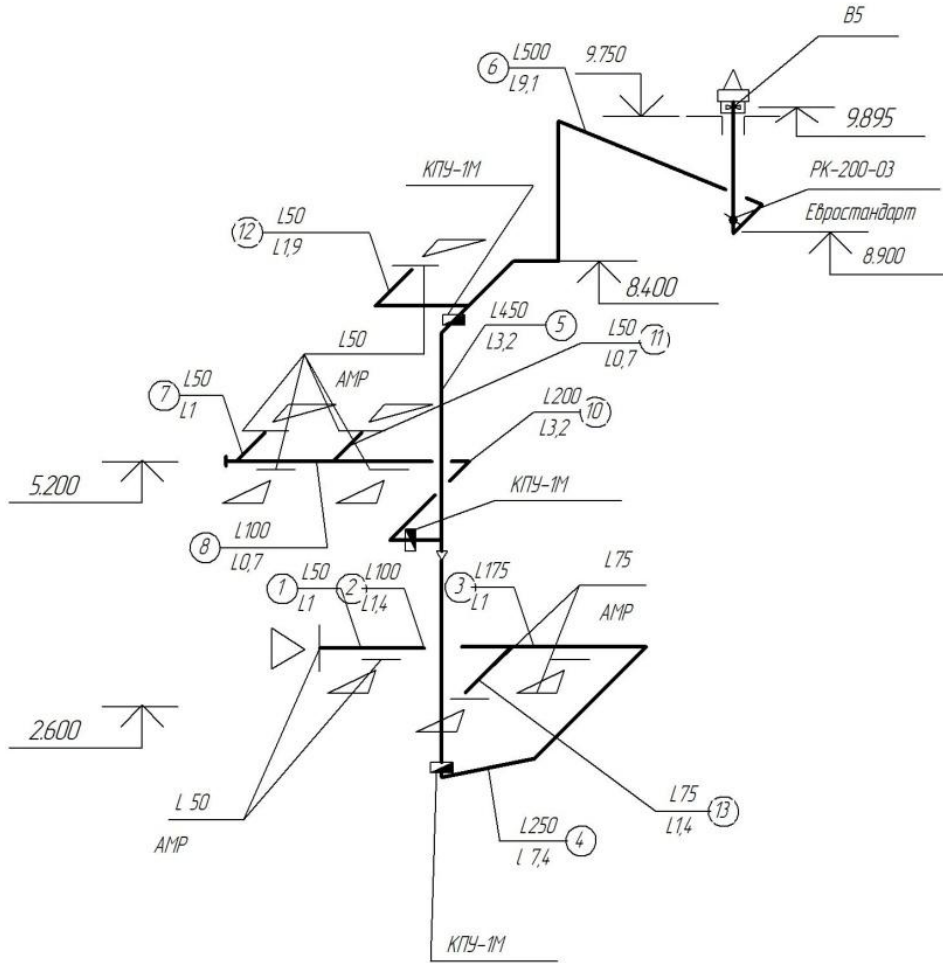
B3



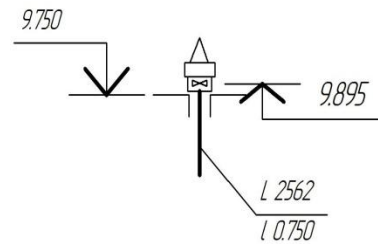
B4



B5



B6-B10



B11, B12

