

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

Инженерно-строительный
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 – «Строительство»
код – наименование направления

«Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в городе Минусинск»
тема

Руководитель	_____	<u>к.т.н., доцент</u>	<u>В.К. Шмидт</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.А. Первалова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.Е. Черкасова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>В.К. Шмидт</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в городе Минусинск» содержит 75 страниц текстового документа, 8 рисунков, 18 таблиц, 51 формулу, 5 приложений, 18 использованных источников, 12 листов графического материала.

Ключевые слова: ШКОЛА, ТЕПЛОПOTЕРИ, ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ, ОТОПЛЕНИЕ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОЗДУХООБМЕН, ВОЗДУШНЫЙ БАЛАНС, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.

Объект проектирования – здание школы в городе Минусинск.

Целью настоящей работы было обеспечение нормируемых параметров микроклимата в помещениях здания школы.

Для достижения поставленной цели был определён ряд технических задач: расчет потерь тепла; расчет и подбор отопительных приборов; гидравлический расчет системы отопления; расчёт поступающих вредностей; расчёт воздухообменов в помещениях; составление воздушного баланса; аэродинамический расчет систем.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Исходные данные к разработке проекта	6
1.1 Характеристика района и объекта строительства.....	6
1.2 Расчетные параметры воздуха	6
2 Тепловой режим помещений	7
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	7
2.2 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции	9
2.3 Теплотери на нагревание инфильтрационного воздуха	15
2.4 Суммарные расчеты теплотерь	17
3 Отопление	18
3.1 Принципиальная схема системы отопления	18
3.2 Расчет отопительных приборов	19
3.3 Гидравлический расчет	21
4 Вентиляция	25
4.1 Расчет вредных выделений	25
4.1.1 Вредные выделения от людей.....	25
4.1.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения	27
4.1.3 Теплопоступления от солнечной радиации	27
4.1.4 Суммарное количество выделяющихся вредностей.....	30
4.1.5 Построение луча процесса	30
4.2 Расчет воздухообменов	31
4.3 Расчет местных отсосов	39
4.3.1 Расчет конвективного потока над горячей поверхностью кухонного оборудования.....	39
4.3.2 Расчет расхода воздуха, удаляемого местными отсосами	41
4.4 Принципиальная схема системы вентиляции	42
4.5 Аэродинамический расчет воздуховодов.....	43
4.6 Подбор оборудования	54
4.7 Пожарная безопасность.....	54
5 Технология монтажных работ	55
5.1 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления ...	55
5.2 Последовательность монтажа системы отопления.....	56

5.3 Испытание и эксплуатация систем отопления.....	58
5.4 Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции	60
5.5 Монтаж металлических воздуховодов	62
5.6 Испытание и эксплуатация систем вентиляции.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А	69
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ В	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	75

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, системам создания микроклимата в помещении уделяется особое внимание. Потому что организация микроклимата зданий является актуальной задачей при проектировании объектов строительства, так как здоровье, работоспособность и настроение человека немало зависит от качества воздушной среды, которая его окружает: её температуры, влажности, подвижности, запыленности, уровня шумов и прочего.

Создание определенных параметров микроклимата в общественных зданиях является очень важной и многогранной задачей. Планировка и расчет систем, подбор и компоновка оборудования, выбор подходящих схем, все эти задачи необходимо решить для того, чтобы обеспечить комфортное пребывание людей в помещении.

Системы отопления и вентиляции относятся к инженерным системам зданий, предназначенных для стабилизации благоприятного климата в помещениях. Основной задачей отопительно-вентиляционных систем является поддержание в помещениях допустимых температур, влажности и других параметров воздушной среды с целью обеспечения комфортного самочувствия, а также обеспечение правильного воздухообмена и распределения тепла во избежание появления грибковой плесени и разрушения здания.

Удачное решение санитарно-технических задач может быть достигнуто за счет повышения эффективности работы проектируемых систем. Повышение эффективности систем ОВ и их технико-экономические характеристики находится в зависимости не только от правильно проведенных расчетов, но и от конструктивных особенностей, назначения здания, климатических условий, качественного монтажа, наладки и эксплуатации.

Все применяемые технические решения должны выдерживать испытание технико-экономическим сравнением с альтернативными вариантами.

1 Исходные данные к разработке проекта

Район строительства – г. Минусинск.

Объект строительства – СОШ (блок А).

Фасад ориентирован на юг.

Этажность – 2 этажа.

Продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер} = 221$ день.

Средняя температура отопительного периода $t_{от.пер} = -7,9$ °С

Оконные блоки – из ПВХ профилей с двойным стеклопакетом.

Двери металлические.

Полы не утепленные.

Объем здания 19167 м^3 , высота 10,4 м, ширина и длина в плане по осям 78,96 м и 40,65 м.

Источник тепла – ИТП.

Теплоноситель в системе отопления – вода с параметрами $T_1/T_2 = 90/70$ °С.

1.1 Характеристика района и объекта строительства

Место строительства – г. Минусинск, Красноярский край.

Географическая широта – $53^{\circ}42.6'$.

Климатический район строительства – IД.

Снеговой район – II.

Снеговая нагрузка – 1,0 кПа.

Зона влажности – сухая.

Преобладающее направление ветра за июнь-август – З.

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – ЮЗ.

Объект строительства – средняя общеобразовательная школа (блок А).

Назначение объекта – учебное заведение.

Образовательное учреждение с учебно-воспитательными целями для детей 7-18 лет, ключевая организационная единица в системе образования.

1.2 Расчетные параметры воздуха

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

Параметры А – для систем вентиляции в теплый период года;

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

В переходный период года температура наружного воздуха следует принимать: $t = 10$ °С, $I = 26,5$ кДж/кг.

Расчетные параметры наружного воздуха сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Параметры А			Параметры Б			Барометрическое давление, гПа
	Температура, t , °С	Удельная энтальпия, I , кДж/кг	Скорость ветра, V , м/с	Температура, t , °С	Удельная энтальпия, I , кДж/кг	Скорость ветра, V , м/с	
Теплый	25	50,1	1				990
Холодный				-40	-39,9	4,1	

Параметры внутреннего воздуха согласно [2] для холодного периода года принимаем по [3] в зависимости от категории помещения.

Для теплого периода года согласно [2] температура внутреннего воздуха должна быть не более чем на 3°С выше расчетной температуры наружного воздуха. Таким образом, принимаем внутреннюю температуру для всех помещений на 2°С выше наружной.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха

Период года	Температура, t °С, t_e^m , t_e^x	Относительная влажность, $\varphi_e\%$, φ_e^m , φ_e^x	Скорость воздуха v , м/с
Холодный	12-23	40	0,3
Теплый	27	50	0,25

2 Тепловой режим помещений

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь нормативные требования тепловой защиты сопротивления теплопередаче R_o , поэтому расчет произведен в соответствии с [4].

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

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

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт, следует определять по формуле

$$R_o^{норм} = R_o^{мп} \cdot m_p, \quad (1)$$

где $R_o^{мп}$ – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $m^2 \cdot ^\circ C$ /Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП), $^\circ C \cdot сут/год$;

m_p – коэффициент, изменяющийся в зависимости от особенностей региона строительства, принимается равным 1.

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяется по формуле

$$R_o^{mp} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2)$$

где a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3 [4] для соответствующих групп зданий,

для стен: $a=0,00035, b=1,4$;

для окон: $a=0,000075, b=0,15$;

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут} / \text{год}$, рассчитывают по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_g - t_{om}) \cdot Z_{от}, \quad (3)$$

где $t_{от}, Z_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, $\text{сут} / \text{год}$, отопительного периода, принимаемые по [1] для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C ;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C .

$$\text{ГСОП} = (19 - (-7,9)) \cdot 221 = 5945 \text{°C} \cdot \text{сут} / \text{год}.$$

$$R_{ст}^{норм} = (0,00035 \cdot 5945 + 1,4) \cdot 1 = 3,48 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт};$$

$$R_{ок}^{норм} = (0,000075 \cdot 5945 + 0,15) \cdot 1 = 0,6 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче входных дверей $R_o^{норм}$ должно быть не менее $0,6 R_o^{норм}$ стен зданий, определяемого по формуле (2).

$$R_{дв}^{норм} = 0,6 \cdot 3,48 = 2,09 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

При различии температур воздуха двух соседних помещений больше, чем на 5°C , минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, разделяющих эти помещения (кроме светопрозрачных), следует определять по формуле

$$R_{вн}^{норм} = \frac{(t_g - t_{g>5})}{\Delta t^H \alpha_g}, \quad (4)$$

где α_g – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 4 [4];

Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции – t_B , °С, принимаемый по таблице 5 [4];

t_B – тоже в формуле (3).

$$R_{\text{вн}}^{\text{норм}} = \frac{(18-12)}{4 \cdot 8,7} = 0,17 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

Коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С), определяется по формуле

$$K = \frac{1}{R_o^{\text{норм}}}, \quad (5)$$

где $R_o^{\text{норм}}$ – нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, (м²·°С)/Вт.

$$K_{\text{ст}} = \frac{1}{3,48} = 0,29 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С);}$$

$$K_o = \frac{1}{0,6} = 1,68 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С);}$$

$$K_{\text{дв}} = \frac{1}{2,09} = 0,48 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С);}$$

$$K_{\text{внст}} = \frac{1}{0,17} = 5,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С).}$$

Таблица 3 – Фактические сопротивления и коэффициенты теплопередач

Наименование	Стена	Окно	Дверь	Внутренняя стена
$R, \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$	3,48	0,6	2,09	0,17
$K, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$	0,29	1,68	0,48	5,8

2.2 Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции

Теплопотери через наружные ограждения здания, Вт, определяются по формуле

$$Q_{\text{общ}} = K \cdot F \cdot (t_B - t_H) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta), \quad (6)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

F – расчетная площадь ограждений, м²;

t_B, t_H – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °С;

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху; наружная стена, двери, окно, пол $n=1$.

β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери через ограждения, в которые входят добавочные теплотери на ориентацию и добавка в угловых помещениях.

Расчет теплотерь через пол не учитываются, т.к. имеется подвальное помещение.

Расчет теплотерь через ограждающие конструкции для первого этажа сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Основные теплопотери первого этажа через ограждающие конструкции

Помещение		Параметры ограждения		Размеры			Коэффициент		$(t_{в} - t_{н})л, ^\circ C$	Основные, $Q_{осн}, Вт$	Добавка			Теплопотери, $Q_0, Вт$	Сумма теплопотерь, Вт
№ помещения	Температура, $t_{в}, ^\circ C$	Наименование	Ориентация	Ширина, м	Высота, м	Площадь А, $м^2$	теплопередачи К, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$	Положения п			На ориентацию	Прочая	$1+\Sigma\beta$		
1.1 Тамбур	12	нс	ю	3,6	3,5	8,825	0,29	1	52	131,8	0	0	1	130	600
		дв	ю	1,51	2,5	3,775	0,48	1	52	94,0	0	4,05	5,05	470	
1.2 Тамбур	12	нс	ю	3,6	3,5	8,825	0,29	1	52	131,8	0	0	1	130	600
		дв	ю	1,51	2,5	3,775	0,48	1	52	94,0	0	4,05	5,05	470	
1.3 Вестибюль	18	нс	ю	6,8	3,5	17,8	5,80	1	6	619,44	0	0	1	620	1500
		дв	ю	1,5	2	3	9,67	1	6	174	0	4,05	5,05	880	
1.4 Гардероб	18	нс	ю	4,6	3,5	13,87	0,29	1	58	231,0	0	0,05	1,05	240	890
		нс	з	6,5	3,5	22,75	0,29	1	58	379,1	0,05	0,05	1,1	420	
		ок	ю	1,51	1,48	2,23	1,68	1	58	217,5	0	0,05	1,05	230	
1.5 Пост охраны с местом хранения подъемника для ММГН	18	нс	ю	3,68	3,5	10,65	0,29	1	58	177,4	0	0	1	180	400
		ок	ю	1,51	1,48	2,23	1,68	1	58	217,5	0	0	1	220	
1.6 Кабинет русского языка и литературы	20	нс	ю	10,6	3,5	24,14	0,29	1	60	416,1	0	0	1	420	1720
		ок (4)	ю	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	1304,9	0	0	1	1300	
1.7 Кабинет математики	20	нс	ю	10,6	3,5	24,14	0,29	1	60	416,1	0	0	1	420	1720
		ок (4)	ю	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	1304,9	0	0	1	1300	

Продолжение таблицы 4

1.8 Кабинет иностранного языка	20	нс	ю	7,76	3,5	17,44	0,29	1	60	300,6	0	0	1	300	1280
		ок (3)	ю	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	978,7	0	0	1	980	
1.9 Столярная мастерская	18	нс	ю	9	3,5	15,30	0,29	1	58	255,0	0	0,05	1,05	270	2220
		нс	в	4,3	3,5	15,05	0,29	1	58	250,8	0,1	0,05	1,15	290	
		ок (5)	ю	1,81	1,79	3,24	1,68	1	58	1576,8	0	0,05	1,05	1660	
1.9а Инструментальная	16	нс	ю	3	3,5	7,26	0,29	1	56	116,8	0	0	1	120	420
		ок	ю	1,81	1,79	3,24	1,68	1	56	304,5	0	0	1	300	
1.10 Тамбур	12	нс	в	1,83	3,5	4,41	0,29	1	52	65,8	0,1	0,05	1,15	80	340
		дв	в	1	2	2	0,48	1	52	49,8	0,1	4,05	5,15	260	
1.11 Слесарная мастерская	18	нс	с	9	3,5	31,5	0,29	1	58	524,9	0,1	0,05	1,15	600	2130
		нс	в	9,4	3,5	23,18	0,29	1	58	386,3	0,1	0,05	1,15	440	
		ок (3)	в	1,81	1,79	3,24	1,68	1	58	946,1	0,1	0,05	1,15	1090	
1.12 Лестничная клетка	16	нс	с	3,5	3,5	9,43	0,29	1	56	151,8	0,1	0,05	1,15	170	720
		нс	в	2	3,5	7,00	0,29	1	56	112,6	0,1	0,05	1,15	130	
		нс	з	2	3,5	7,00	0,29	1	56	112,6	0,05	0,05	1,1	120	
		ок	с	1,6	1,76	2,82	1,68	1	56	264,6	0,1	0,05	1,15	300	
1.16 Рекреация	20	нс	с	10,34	3,5	23,23	0,29	1	60	400,4	0,1	0	1,1	440	1880
		ок (4)	с	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	1304,9	0,1	0	1,1	1440	
1.17 Учительская	20	нс	с	6,65	3,5	20,04	0,29	1	60	345,4	0,1	0	1,1	380	1100
		ок (2)	с	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	652,5	0,1	0	1,1	720	
1.20 Коридор	16	нс	с	2,05	3,5	4,18	0,29	1	56	67,2	0,1	0	1,1	70	480
		ок	с	1,5	2	3	0,48	1	56	80,4	0,1	4,05	5,15	410	
1.23 Тренерская	20	нс	с	4,42	3,5	12,23	0,29	1	60	210,8	0,1	0	1,1	230	590
		ок	с	1,81	1,79	3,24	1,68	1	60	326,2	0,1	0	1,1	360	
1.24 Уборная	20	нс	с	1,56	3,5	5,46	0,29	1	60	94,1	0,1	0	1,1	100	100

Продолжение таблицы 4

1.26 Раздевалка девочек	20	нс	с	5,45	3,5	19,08	0,29	1	60	328,8	0,1	0	1,1	360	360
1.28 Душевая	20	нс	с	4,23	3,5	14,81	0,29	1	60	255,2	0,1	0	1,1	280	280
1.30 Спортивный зал	18	нс	с	13,3	7	93,1	0,29	1	58	1551,3	0,1	0,05	1,15	1780	9780
		нс	в	25	7	125,92	0,29	1	58	2098,2	0,1	0,05	1,15	2410	
		дв	в	1,50	2	3	0,48	1	58	83,3	0,1	4,05	5,15	430	
		ок(4)	в	3,6	3,2	11,52	1,68	1	58	4485,3	0,1	0,05	1,15	5160	
1.36 Коридор	18	нс	з	19,8	3,5	45,30	0,29	1	58	754,8	0,05	0	1,05	790	5840
		нс	ю	15,6	3,5	37,22	0,29	1	58	620,3	0	0,05	1,05	650	
		нс	з	2,6	3,5	9,10	0,29	1	58	151,6	0,05	0,05	1,1	170	
		ок(2)	з	6	2	12,00	1,68	1	58	2336,1	0,05	0	1,05	2450	
		ок	ю	6	2	12,00	1,68	1	58	1168,0	0	0,05	1,05	1230	
		ок	ю	2,4	2,24	5,38	1,68	1	58	523,3	0	0,05	1,05	550	
1.38 Обеденный зал	20	нс	с	6,8	3,5	17,10	0,29	1	60	294,7	0,1	0	1,1	320	1060
		ок(3)	с	1,51	1,48	2,23	1,68	1	60	675,1	0,1	0	1,1	740	
1.41 Основной цех	18	нс	с	3,4	3,5	8,66	0,29	1	58	144,3	0,1	0	1,1	160	510
		ок	с	1,81	1,79	3,24	1,68	1	58	315,4	0,1	0	1,1	350	
1.42 Раздаточная	19	нс	с	3,4	3,5	6,53	0,29	1	59	110,7	0,1	0	1,1	120	700
		ок	с	3	1,79	5,37	1,68	1	59	531,7	0,1	0	1,1	580	
1.54 Овощной цех	18	нс	с	3,95	3,5	10,59	0,29	1	58	176,4	0,1	0	1,1	190	540
		ок	с	1,81	1,79	3,24	1,68	1	58	315,4	0,1	0	1,1	350	
1.56 Тамбур	12	нс	с	2,73	3,5	7,56	0,29	1	52	112,9	0,1	0	1,1	120	380
		дв	с	1	2	2	0,48	1	52	49,8	0,1	4,05	5,15	260	
1.57 Кабинет заведующей столовой	20	нс	с	2,1	3,5	5,12	0,29	1	60	88,2	0,1	0	1,1	100	350
		ок	с	1,51	1,48	2,23	1,68	1	60	225,0	0,1	0	1,1	250	

Окончание таблицы 4

1.58 Тамбур	12	нс	з	4,5	3,5	9,75	0,29	1	52	145,7	0,05	0	1,05	150	910
		дв	з	1,5	2	3	0,48	1	52	74,7	0,05	4,05	5,1	380	
		дв	з	1,5	2	3	0,48	1	52	74,7	0,05	4,05	5,1	380	
1.59 Лестничная клетка	16	нс	с	3,6	3,5	10,23	0,29	1	56	164,6	0,1	0,05	1,15	190	880
		нс	з	7	3,5	24,50	0,29	1	56	394,2	0,05	0,05	1,1	430	
		ок	с	1,6	1,48	2,37	1,68	1	56	222,5	0,1	0,05	1,15	260	

2.3 Теплотери на нагревание инфильтрационного воздуха

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

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

Расчет ведется в следующей последовательности [5], сначала определяется разность давлений, Па, при определении требуемого сопротивления воздухопроницанию окна и двери по формуле

$$\Delta p = (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_v) + 0,03 \gamma_n \cdot v^2, \quad (7)$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха вентиляционной шахты, м;

h – высота от поверхности земли до центра окна рассматриваемого этажа, м;

v – расчетная скорость ветра, м/с;

γ_n, γ_v – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяется по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \quad (8)$$

$$\gamma_n = \frac{3463}{273 + (-40)} = 14,86 \text{ Н/м}^3.$$

Расход инфильтрационного воздуха, кг/(м²·ч) через окна:

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

через двери:

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

где Δp – расчетная разность давлений по разные стороны окна на уровне первого этажа;

Δp_0 – разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачных ограждений, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию, $\Delta p_0 = 10$ Па;

$R_{\text{инф.ок}}, R_{\text{инф.дв}}$ – фактическое сопротивление воздухопроницанию, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} / \text{кг}$, соответственно окна и двери определяется по формуле

$$R_{\text{инф}} = \frac{1}{G^H} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (11)$$

где G^H – нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции, $\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, по [4 табл.9]: для окон $G^H = 5$, для дверей $G^H = 7$;

Δp – то же, что ϕ формуле(10);

Δp_0 – то же, что ϕ формуле(10).

Расход теплоты на нагревание инфильтрационного воздуха, Вт, определяется по формуле

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot G_o \cdot c \cdot F \cdot (t_e - t_n) \cdot k, \quad (12)$$

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

F – площадь окна или двери, м^2 ;

c – теплоемкость воздуха, $\text{кДж} / (\text{кг} \cdot \text{°C})$; $c = 1,006 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot \text{°C})$;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях (для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами $k = 0,8$);

t_b, t_n – то же, в формуле (6).

Расчет теплотерь на нагревание инфильтрационного воздуха через окна и двери для первого этажа сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Теплотери на нагревание инфильтрационного воздуха

№ пом-ния	$t_b, \text{°C}$	$\gamma_b \text{ Н/м}^3$	$\Delta p, \text{Па}$	$G_{\text{ок}}, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	$G_{\text{дв}}, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	$F_{\text{ок}}, \text{м}^2$	$F_{\text{дв}}, \text{м}^2$	$Q_{\text{и ок}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{и дв}}, \text{Вт}$	$\Sigma Q_{\text{и}}, \text{Вт}$
1.1	12	12,15	30,8		5,51		3,8		302,4	300
1.2	12	12,15	30,8		5,51		3,8		302,4	300
1.3	18	11,90	33,0		5,70		6		554,5	550
1.4	18	11,90	33,0	4,96		2,2		143,9		140
1.5	18	11,90	33,0	4,96		2,2		143,9		140
1.6	20	11,82	33,7	5,03		12,9		875,9		880
1.7	20	11,82	33,7	5,03		12,9		875,9		880
1.8	20	11,82	33,7	5,03		9,7		656,9		660
1.9	18	11,90	33,0	4,96		16,2		1043,7		1040
1.9a	16	11,98	32,3	4,89		3,2		198,6		200
1.10	12	12,15	30,8		5,51		2		160,2	160
1.11	18	11,90	33,0	4,96		9,72		626,2		630
1.12	16	11,98	32,3	4,89		2,82		172,7		170

Окончание таблицы 5

1.16	20	11,82	33,7	5,03		12,9		875,9		880
1.17	20	11,82	33,7	5,03		6,5		437,95		440
1.20	16	11,98	32,3		5,64		3		264,8	260
1.23	20	11,82	33,7	5,03		3,24		218,9		220
1.30	18	11,90	33,0	4,96	5,70	46,1	3	3246	277,3	3250
1.36	18	11,90	33,0	4,96		24		1546,3		1550
1.38	20	11,82	33,7	5,03		6,7		453,1		450
1.41	18	11,90	33,0	4,96		3,2		208,7		210
1.42	19	11,86	33,3	5,00		5,4		354,4		350
1.54	18	11,90	33,0	4,96		3,2		208,7		210
1.56	12	12,15	30,8		5,51		2		160,2	160
1.57	20	11,82	33,7	5,03		2,2		151		150
1.58	12	12,15	30,8		5,51		6		240,3	480
1.59	16	11,98	32,3	4,89		2,4		145,2		150

2.4 Суммарные расчеты теплопотерь

Таблица 6 – Теплопотери помещений первого этажа

Наименование помещения	Теплопотери		
	Через ограждающие конструкции, $Q_{п}$, Вт	На инфильтрацию, $Q_{инф}$, Вт	Суммарные первого этажа, $Q_{расч}$, Вт
1.1 Тамбур	600	300	900
1.1. Тамбур	600	300	900
1.3 Вестибюль	1500	440	1940
1.4 Гардероб	890	140	1030
1.5 Пост охраны с местом хранения подъемника для ММГН	400	140	540
1.6 Кабинет русского языка и литературы	1720	880	2600
1.7 Кабинет математики	1720	880	2600
1.8 Кабинет иностранного языка	1280	660	1940
1.9 Столярная мастерская	2220	1040	3260
1.10 Тамбур	340	160	500
1.9а Инструментальная	420	200	620
1.11 Слесарная мастерская	2130	630	2760
1.12 Лестничная клетка	720	170	890
1.16 Рекреация	1880	880	2760
1.17 Учительская	1100	440	1540
1.20 Коридор	480	260	740
1.23 Тренерская	590	220	810
1.24 Уборная	100	0	100
1.26 Раздевалка девочек	360	0	360
1.28 Душевая	280	0	280
1.30 Спортивный зал	9780	3190	12970

Окончание таблицы 6

1.36 Коридор	5840	1550	7390
1.38 Обеденный зал	1060	450	1510
1.41 Основной цех	510	210	720
1.42 Раздаточная	700	350	1050
1.54 Овощной цех	540	210	750
1.56 Тамбур	380	160	540
1.57 Кабинет заведующей столовой	350	150	500
1.58 Тамбур	910	480	1390
1.59 Лестничная клетка	880	150	1030

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

3 Отопление

Основное назначение систем отопления – компенсация теплопотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температуры.

$$Q_{от} = Q_n + Q_{инф}, \quad (13)$$

где Q_n – теплопотери в помещениях, Вт;

$Q_{инф}$ – теплопотери на инфильтрацию, Вт.

3.1 Принципиальная схема системы отопления

В данной работе принята двухтрубная тупиковая система отопления с нижней разводкой с температурой теплоносителя 90/70 °С, схема подключения независимая. Трубы полипропиленовые водопроводные Pro Aqua по ГОСТ Р 52134-2003. Монтаж трубопроводов проводится согласно СП40-101-96. Рабочее давление в системе составляет 0,11 МПа (1,1 бар).

Во всем здании принято установить в качестве нагревательных приборов радиаторы «PRADO». Все нагревательные приборы укомплектованы терморегулирующими клапанами для гидравлической настройки и регулировки теплоотдачи с выносными термoeлементами. Все нагревательные приборы закрываются съемными экранами, трубопроводы закрываются съемными конструкциями. В спортивном зале приборы отопления устанавливаются в ниши.

Для гидравлической увязки систем отопления, на ветках систем устанавливаются автоматические балансировочные клапаны.

Отведение воды из трубопроводов ветвей и стояков систем осуществляется в местах установки дренажной арматуры в стояки ближайшей канализации.

Удаление воздуха из систем отопления осуществляется в высших точках кранами Маевского.

Компенсации температурных удлинений трубопроводов предусматриваются за счёт углов поворотов трасс.

3.2 Расчет отопительных приборов

Тепловой расчет отопительных приборов производится с целью определения площади их поверхности, обеспечивающей передачу тепла в помещение необходимого для компенсации тепловых потерь. Подбор приборов осуществляется по каталогам фирм производителей.

Для расчета были выбраны стальные панельные радиаторы «PRADO Classic» 20-500.

Последовательность расчета:

1 Тепловой поток прибора, Вт, определяется по формуле

$$Q_{np} = \frac{Q_n}{N_{np}}, \quad (14)$$

где Q_n – суммарные теплопотери в помещении, Вт;

N_{np} – количество приборов в помещении.

$$Q_{np} = \frac{3850}{3} = 1283,3 \text{ Вт.}$$

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

$$G_{np} = \frac{3,6Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{вх} - t_{вых})}, \quad (15)$$

где Q_{np} – тепловой поток прибора, Вт, определенный по формуле (14);

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

$t_{вх}$, $t_{вых}$ – температура воды на входе в прибор и на выходе из него, принимаемые равными соответственно 90/70 °С;

β_1 – поправочный коэффициент, зависит от номенклатурного шага радиатора и принимается в зависимости от типа радиатора; $\beta_1=1,027$.

β_2 – поправочный коэффициент, определяется долей увеличения теплопотерь через радиаторный участок и принимается в зависимости от типа наружного ограждения; при установке у наружной стены $\beta_2=1,03$; при установке у наружного остекления $\beta_2=1,08$.

$$G_{np} = \frac{3,6 \cdot 1283,3 \cdot 1,027 \cdot 1,03}{4,19 \cdot (90 - 70)} = 61,15 \text{ кг/ч.}$$

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

$$\Delta \tau = \frac{t_{ex} + t_{вых}}{2} - t_в, \quad (16)$$

где $t_{вх}$, $t_{вых}$ – то же, что в формуле (15);

$t_в$ – температура внутреннего воздуха, °С.

4 Комплексный коэффициент определяется по формуле

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta \tau}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^m, \quad (17)$$

где $\Delta \tau$ – фактический среднеарифметический температурный напор, °С, определенный по формуле (16);

70 – нормированный температурный напор, °С;

G_{np} – массовый расход воды через отопительный прибор, кг/ч, определенный по формуле (15);

n и m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя; $n=0,28$; $m=0$.

$$\varphi_k = \left(\frac{62}{70} \right)^{1+0,28} \cdot \left(\frac{61,15}{360} \right)^0 = 0,86.$$

5 Требуемый тепловой поток прибора

$$Q_{н.т} = \frac{Q_{np}}{\varphi_k}, \quad (18)$$

где Q_{np} – то же, что в формуле (15);

φ_k – Комплексный коэффициент, определенный по формуле (17).

$$Q_{н.т} = \frac{1283,3}{0,86} = 1499 \text{ Вт.}$$

По таблице справочника [6] выбираем к установке панельный радиатор 20-500-1200 (3шт).

Аналогично проводим расчет остальных отопительных приборов и сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Тепловой расчет отопительных приборов

№ пом-ния	$t_{в},$ °C	Сумма теплопотерь $\Sigma Q_{п},$ Вт	N	$Q_{пр},$ Вт	$G_{пр},$ кг/ч	$\Delta t,$ °C	φ_k	$Q_{н.т.},$ Вт	Обозначение радиатора
1.3	18	3850	3	1283,3	61,15	62	0,86	1499,0	20-500-1200
1.4	18	1030	2	515,0	25,28	62	0,86	601,5	20-500-400
1.5	18	540	1	540,0	25,73	62	0,86	630,8	20-500-500
1.6	20	2600	4	650,0	30,97	60	0,82	791,8	20-500-600
1.7	20	2600	4	650,0	30,97	60	0,82	791,8	20-500-600
1.8	20	1940	3	646,7	30,81	60	0,82	787,7	20-500-600
1.9	18	3260	5	652,0	31,07	62	0,86	761,6	20-500-600
1.9a	16	620	1	620,0	29,54	64	0,89	695,4	20-500-500
1.11	18	3260	3	1086,7	51,78	62	0,86	1269,3	20-500-1000
1.12	16	890	2	445,0	21,84	64	0,89	499,1	20-500-400
1.16	20	2760	4	690,0	32,88	60	0,82	840,5	20-500-600
1.17	20	1540	2	770,0	36,69	60	0,82	938,0	20-500-800
1.23	20	810	1	810,0	38,60	60	0,82	986,7	20-500-400
1.24	20	100	1	100,0	4,54	60	0,82	121,8	20-500-400
1.26	20	1100	1	1100,0	49,99	60	0,82	1339,9	20-500-1000
1.28	20	280	1	280,0	12,72	60	0,82	341,1	20-500-400
1.30	18	13030	7	1861,4	91,36	62	0,86	2174,3	20-500-1700
1.36	18	8085	7	1155,0	55,03	62	0,86	1349,1	20-500-1000
1.38	20	1510	2	755,0	35,97	60	0,82	919,7	20-500-700
1.41	18	720	1	720,0	34,31	62	0,86	841,0	20-500-600
1.42	19	1050	1	1050,0	50,03	61	0,84	1252,3	20-500-1100
1.54	18	1020	1	1020,0	48,60	62	0,86	1191,4	20-500-900
1.57	20	770	1	770,0	36,69	60	0,82	938,0	20-500-700
1.59	16	1725	1	1725,0	82,19	64	0,89	1934,7	20-500-1500

3.3 Гидравлический расчет

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

Перед началом гидравлического расчета вычерчивают расчетную схему системы отопления (рисунок 1).

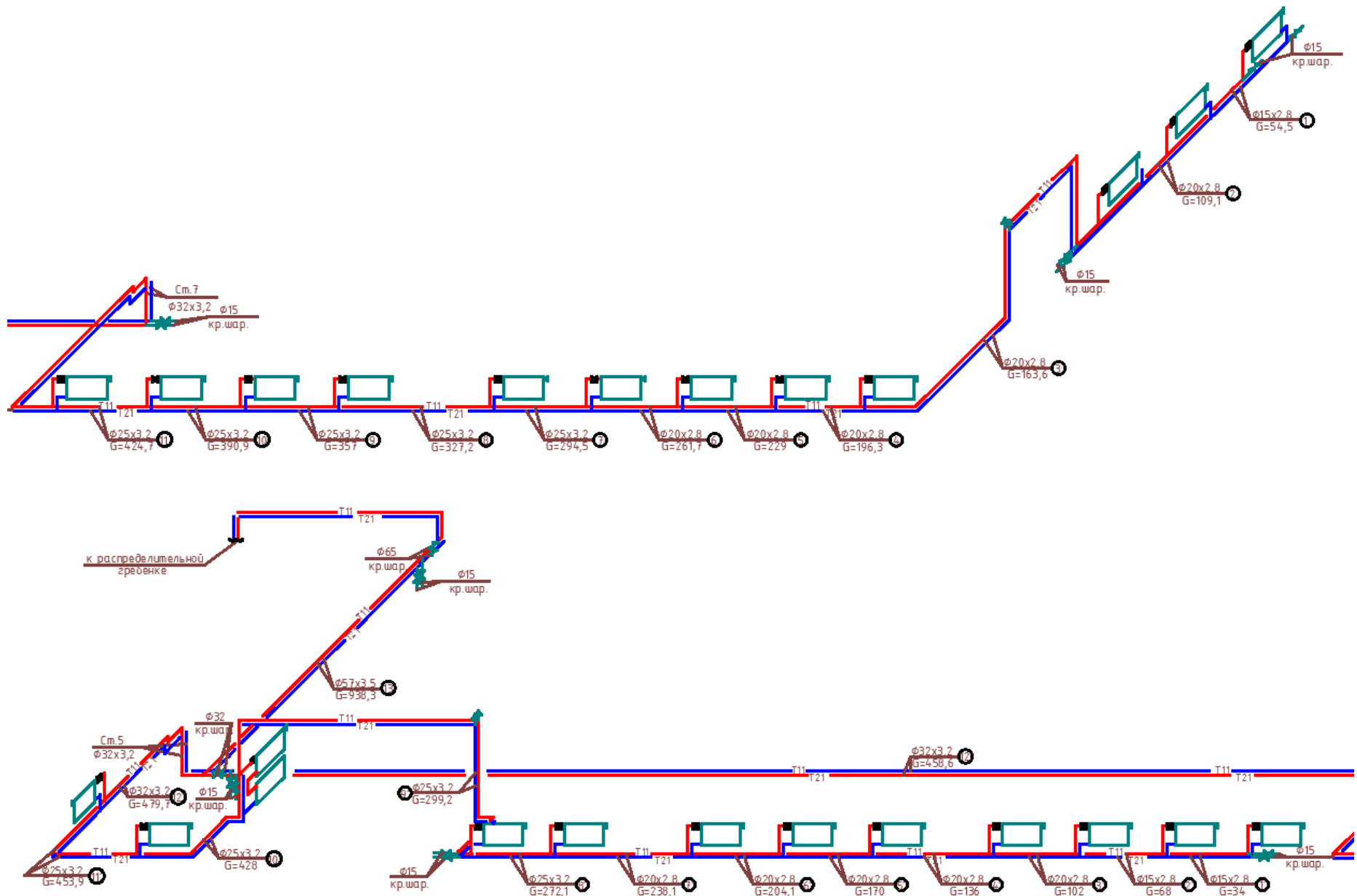


Рисунок 1 – Расчетная схема системы отопления (ст7, ст5)

Затем рассчитывается расход теплоносителя на участке, кг/ч, по формуле

$$G = \frac{3,6Q}{c \cdot (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})}, \quad (19)$$

где Q – нагрузка на отопление на данном участке;

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

$t_{\text{вх}}$, $t_{\text{вых}}$ – температура воды на входе в прибор и на выходе из него, принимаемые равными соответственно 90/70 °С.

При гидравлическом расчете теплопроводов, потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па, определяются по методу удельных линейных потерь давления

$$\Delta P = Rl + Z, \quad (20)$$

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

l – длина участка, м;

Z – местные потери давления на участках, Па.

Потери давления на преодоление сил трения будут зависеть от динамического давления и определяться по формуле

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

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

l – длина участка, м.

Потери давления в местных сопротивлениях будут зависеть от динамического давления и находиться как доли потерь давления на местные сопротивления

$$Z = P_{\text{дин}} \cdot 0,35, \quad (22)$$

где 0,35 – доли потерь на местные сопротивления системы водяного отопления с насосной циркуляцией воды (независимо от протяженности по вертикали и горизонтали) [7];

$P_{\text{дин}}$ – динамическое давление, определяемое по формуле

$$P_{\text{дин}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \quad (23)$$

где ρ – плотность воды, кг/м³;

v – скорость воды в трубопроводе, м/с.

Результаты гидравлического расчета сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Гидравлический расчет

№ участка	Q , Вт	G , кг/ч	l , м	d_y , мм	V , м/с	R , Па/м	$R \cdot l$, Па/м	$P_{дин}$, Па	Z , Па	$R \cdot l + Z$, Па	$P_{системы}$, Па
Магистраль ст7											
1	1269,3	54,53	7,7	15	0,073	7,9	60,42	2,6	21,15	81,57	81,57
2	2538,6	109,06	7,0	20	0,083	7,6	53,58	3,3	18,75	72,33	153,89
3	3807,9	163,58	30,57	20	0,124	15,9	487,00	7,4	170,45	657,45	811,34
4	4569,4	196,30	6,77	20	0,149	22,3	150,90	10,8	52,81	203,71	1015,05
5	5331,0	229,02	7,07	20	0,174	29,8	210,56	14,8	73,69	284,25	1299,30
6	6092,6	261,73	6,87	20	0,198	37,9	260,54	19,0	91,19	351,73	1651,03
7	6854,2	294,45	7,27	25	0,138	14,0	101,78	9,2	35,62	137,40	1788,43
8	7615,7	327,17	10,47	25	0,152	16,6	173,39	11,3	60,69	234,08	2022,51
9	8311,1	357,04	7,07	25	0,165	19,4	137,19	13,2	48,02	185,20	2207,71
10	9098,8	390,88	7,07	25	0,181	23,1	163,30	15,9	57,16	220,46	2428,17
11	9886,5	424,72	7,07	25	0,196	26,9	190,24	18,7	66,58	256,83	2684,99
12	10674,3	458,56	88,77	32	0,122	7,8	692,29	7,2	242,30	934,60	3619,59
13	21840,4	938,25	83,7	57	0,115	4,2	355,18	6,5	124,31	479,50	4099,09
Ответвление ст5											
1'	791,8	34,01	6,67	15	0,05	2,92	19,50	1,0	6,82	26,32	26,32
2'	1583,6	68,03	6,87	15	0,09	13,71	94,22	4,1	32,98	127,19	153,51
3'	2375,3	102,04	6,87	20	0,08	6,76	46,41	2,9	16,24	62,65	216,17
4'	3167,1	136,06	8,67	20	0,10	11,34	98,34	5,1	34,42	132,76	348,93
5'	3958,9	170,07	6,99	20	0,13	17,01	118,93	8,1	41,63	160,56	509,49
6'	4750,7	204,09	7,07	20	0,16	24,02	169,82	11,7	59,44	229,25	738,74
7'	5542,5	238,10	9,67	20	0,18	31,74	306,96	15,8	107,43	414,39	1153,13
8'	6334,3	272,12	6,47	25	0,13	11,76	76,08	7,7	26,63	102,71	1255,85
9'	6965,0	299,21	28,84	25	0,14	14,02	404,32	9,3	141,51	545,83	1801,68
10'	9963,0	428,01	7,9	25	0,20	27,25	215,28	18,8	75,35	290,63	2092,30
11'	10564,6	453,85	10,77	25	0,21	30,48	328,28	21,3	114,90	443,18	2535,48
12'	11166,1	479,69	12,37	32	0,13	8,46	104,60	8,0	36,61	141,22	2676,70
13	21840,4	938,25	83,7	57	0,115	4,24	355,18	6,47	124,31	479,50	3156,20

Проверим условие невязки:

$$\Delta = \frac{P_{\text{маг}} - P_{\text{сист}}}{P_{\text{маг}}} < 15\%,$$

$$\Delta = \frac{4099,09 - 3156,2}{4099,09} = 23\% > 15\%.$$

Невязка не удовлетворяет условиям. Поэтому для балансировки системы отопления используем автоматические балансировочные клапаны ASV-PV фирмы «Danfoss», которые устанавливаются на стояках и автоматически поддерживают перепад давления на них, тем самым увязывая стояки с главной магистралью.

Технические характеристики балансировочного клапана представлены в приложении А.

Увязка приборов осуществляется терморегулирующими клапанами RTR-N фирмы «Danfoss». Для увязки необходимо выполнить предварительную настройку клапана. Положение клапанов обозначено в графической части дипломной работы (лист 6).

Технические характеристики терморегулирующего клапана представлены в приложении Б.

4 Вентиляция

Главная задача вентиляции заключается в обеспечении необходимого воздухообмена в помещениях и поддержание благоприятной воздушной среды для здоровья и самочувствия человека.

4.1 Расчет вредных выделений

Основными вредностями, которые поступают в помещения, являются избытки теплоты, влаги и диоксид углерода (СО₂). Источником всех перечисленных вредных выделений являются люди, которые находятся в помещении. Помимо этого, теплота поступает в помещение от источников искусственного освещения, от солнечной радиации через световые проемы (в теплый период года) и от системы отопления (в холодный период года). Расчет вредных выделений и тепlopоступлений производится для обеденного зала в теплый период года.

4.1.1 Вредные выделения от людей

Расчет количества вредных выделений от людей при проектировании вентиляции воздуха производят для явной и полной теплоты, влаги и

углекислого газа. Полные тепловыделения от человека – это сумма явного и скрытого тепла, которая зависит от категории совершаемой работы и температуры внутреннего воздуха. От этих же факторов зависят и поступления в помещение влаги от человека. При расчете тепло-, влагопоступлений и поступления CO₂ от людей применяются данные по удельным количествам указанных вредностей от одного человека, которые принимаются согласно таблице 2.2 [9].

Обеденный зал рассчитан на 100 человек, в расчете примем, что люди выполняют легкую работу. Внутренняя температура воздуха в обеденном зале составляет 27 °С.

Количество полной теплоты, Вт, определяется по формуле

$$Q_{\Pi} = q_{\text{уд}}^{\Pi} \cdot n, \quad (24)$$

где $q_{\text{уд}}^{\Pi}$ – количество полной теплоты, выделяемое одним человеком, Вт/ч;
 n – количество людей в помещении.

$$Q_{\Pi} = 145 \cdot 100 = 14500 \text{ Вт.}$$

Количество явной теплоты, Вт, определяется по формуле

$$Q_{\text{Я}} = q_{\text{уд}}^{\text{Я}} \cdot n, \quad (25)$$

где $q_{\text{уд}}^{\text{Я}}$ – количество явной теплоты, выделяемое одним человеком, Вт/ч;
 n – то же, что и в формуле (24).

$$Q_{\text{Я}} = 54,4 \cdot 100 = 5440 \text{ Вт.}$$

Количество влаги, кг/ч, определяется по формуле

$$W = w_{\text{уд}} \cdot n, \quad (26)$$

где $w_{\text{уд}}$ – количество влаги, выделяемое одним человеком, г/ч;
 n – то же, что и в формуле (24).

$$W = \frac{129 \cdot 100}{1000} = 12,9 \text{ кг/ч.}$$

Количество диоксида углерода, кг/ч, определяется по формуле

$$M_{\text{CO}_2} = m_{\text{уд}} \cdot n, \quad (27)$$

где $m_{\text{уд}}$ – количество диоксида углерода, выделяемое одним человеком, г/ч;
 n – то же, что и в формуле (24).

$$M_{CO_2} = \frac{48 \cdot 100}{1000} = 4,8 \text{ кг/ч.}$$

4.1.2 Теплопоступления от источников искусственного освещения

При определении теплопоступлений от источников искусственного освещения, Вт, используется формула

$$Q_{\text{осв}} = EFq_{\text{осв}}n_{\text{осв}}, \quad (28)$$

где E – освещенность, Лк, [12];

F – расчетная площадь пола помещения, м²;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения [9];

$n_{\text{осв}}$ – доля теплоты поступающей, в помещение [9].

Во всех помещениях школы предусмотрено освещение люминесцентными лампами, встроенными в потолок.

Исходные данные для расчета теплопоступлений от источников искусственного освещения представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета тепловыделений от источников искусственного освещения

Наименование помещения	Освещенность, E , Лк	Площадь помещения, F , м ²	Удельные тепловыделения, $q_{\text{осв}}$	Доля теплоты, поступающей в помещение, $n_{\text{осв}}$
Обеденный зал	200	79,59	0,074	0,45

Количество теплопоступлений, поступающих от источников искусственного освещения в обеденном зале, Вт, определяем по формуле (28)

$$Q_{\text{осв}} = 200 \cdot 79,59 \cdot 0,074 \cdot 0,45 = 530 \text{ Вт.}$$

4.1.3 Теплопоступления от солнечной радиации

Наибольшие теплопоступления от солнечной радиации происходят через оконные проемы, приходящиеся на часы максимальной облученности.

В качестве заполнения оконного проема принимаем тройное остекление с листовым стеклом со светлыми внутренними жалюзи.

Теплопоступления от солнечной радиации в помещение рассчитываем, используя программу SunnyRadiation.

Исходные данные для расчета теплопоступлений от окон в программе SunnyRadiation для обеденного зала представлены на рисунке 2.

Результаты расчетов продемонстрированы на рисунках 3 и 4.

Окна

Высота окна : $H = 1,48$ м С

Ширина окна : $V = 1,51$ м СВ

Длина горизонт. эл-тов затенения : $L_r = 0,1$ м В

Длина вертик. эл-тов затенения : $L_v = 0,1$ м ЮВ

Расстояние от горизонтального : $a = 0$ м Ю

и вертикального : $c = 0$ м ЮЗ

З

СЗ

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон : шт.

Площадь световых проёмов : $F_{\text{п}} = 6,704$ м²

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации : $\rho_{\text{п}} = 1,2$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма : $R_{\text{п}} = 0,58$ м²·°С/Вт

Коэф.затенения светового проёма переплётками : $\tau_2 = 0,7$

Коэф. относ. проникания солн. радиации : $K_{\text{отн}} = 0,48$

Ориентация окна :

Вертикальная Наклонная (близко к вертикальной) Горизонтальная

Северная широта района : °

Средняя температура наружного воздуха : $t_{\text{н.ср}} = 26,7$ °С

Температура внутреннего воздуха : $t_{\text{в}} = 27$ °С

Скорость ветра : $v = 1$ м/с

Суточная амплитуда температуры нар. в-ха: $A_{\text{тн}} = 13,8$ °С

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью окна : $\alpha_{\text{н}}^{\text{в}} = 17,4$ $\alpha_{\text{н}}^{\text{г}} = 11,3$

Рисунок 2 – Исходные данные для расчета теплопоступлений от окон в программе SunnyRadiation

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$Q_{вп.}$, Вт/м ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
$Q_{вр.}$, Вт/м ²	66	62	60	58	58	60	62	66	69	69
h , °	36	46	53	57	57	53	46	36	30	21
A_c , °	71	55	35	13	13	35	55	71	84	96
A_o , °	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
A_{co} , °	109	125	145	167	167	145	125	109	96	84
β , °	-24	-28	-31	-32	-32	-31	-28	-24	-10	16
S_v , Вт/м ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
D_v , Вт/м ²	89	84	81	79	79	81	84	89	94	93
β_2	-0,13	0,13	0,38	0,6	0,79	0,92	0,99	0,99	0,92	0,79
$K_{инс.в.}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,323
$K_{обл}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$q_{пр.}$, Вт/м ²	22	21	20	20	20	20	21	22	23	26
$t_{н.усл.}$, °С	30,1086	31,6431	33,2406	34,641	35,952	36,9666	37,5771	37,8366	37,5777	37,7877
$q_{пт.}$, Вт/м ²	5	8	11	13	15	17	18	19	18	19
$q_{пр} + q_{пт}$	28	29	31	33	35	37	39	41	41	44
$Q_{ост.}$, Вт	187	196	210	223	238	253	266	278	282	301

MAX

Рисунок 3 – Теплопоступления от солнечной радиации

8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
				Окна					
187	196	210	223	238	253	266	278	282	301
									MAX
				Стены					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Покрытие					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				ВСЕГО					
187	196	210	223	238	253	266	278	282	301

MAX

Рисунок 4 – Часовые теплопоступления от солнечной радиации

В качестве расчетного значения принимаем наибольшие теплопоступления. В данном случае наибольшие теплопоступления приходятся на период 17:00 – 18:00 часов и составляют $Q_{с.р.} = 301$ Вт.

4.1.4 Суммарное количество выделяющихся вредностей

Теплопоступления в обеденном зале состоят из тепловыделений от людей, теплопоступлений от искусственного освещения и от солнечной радиации через световые проёмы. Так как расчет производится для теплого периода года, то потери тепла будут равны 0.

Заполняем таблицу теплового баланса.

Таблица 10 – Тепловой баланс

Наименование помещения	Теплопоступления				Потери тепла, Вт
	$Q_{П}$, Вт	$Q_{Я}$, Вт	$Q_{осв}$, Вт	$Q_{с.р.}$, Вт	
Обеденный зал	14500	5440	530	301	0

Определяем общее количество выделяющихся вредностей, Вт, по формулам

$$Q_{П}^{изб} = Q_{П} + Q_{осв} + Q_{с.р.}; \quad (29)$$

$$Q_{Я}^{изб} = Q_{Я} + Q_{осв} + Q_{с.р.}. \quad (30)$$

$$Q_{П}^{изб} = 14500 + 530 + 301 = 15331 \text{ Вт};$$

$$Q_{Я}^{изб} = 5440 + 530 + 301 = 6271 \text{ Вт}.$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Суммарное количество выделяющихся вредностей

Наименование помещения	$Q_{П}^{изб}$, Вт	$Q_{Я}^{изб}$, Вт	W , кг/ч	M_{CO_2} , кг/ч
Обеденный зал	15331	6271	12,9	4,8

4.1.5 Построение луча процесса

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является отношение избыточного полного тепла к влаговыведениям, называемое угловым коэффициентом луча процесса в помещении, кДж/кг.

Угловой коэффициент процесса изменения состояния воздуха в помещении определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{3,6Q_{П}^{изб}}{W}, \quad (31)$$

где $Q_{\Pi}^{изб}$ – избыточные полные тепловыделения в помещении, Вт;

W – влаговыделения в помещении, кг/ч.

Угловой коэффициент луча процесса в обеденном зале равен:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot 15331}{4,8} = 4278 \text{ кДж/кг.}$$

Построенный луч процесса изображен на I-d диаграмме (Приложение В).

4.2 Расчет воздухообменов

Воздухообмен – это организованная смена воздуха в помещении, выраженная объем воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него, в единицу времени.

Исходными данными для определения количества приточного воздуха в помещениях являются количество выделяемых за 1 ч вредных веществ, допустимое количество вредных веществ в 1 м³ воздуха рабочей зоны и количество этих же веществ в 1 м³ приточного воздуха. Нахождение величины необходимого воздухообмена проводится на основании соответствующих расчетов, гигиеническими критериями при этом служат содержание в воздухе углекислого газа, влагосодержание и избытки тепла.

Перед тем как приступить к расчету воздухообмена в помещении, необходимо определить температуры воздуха притока и удаления.

Для теплого периода года температура приточного воздуха зависит от температуры наружного воздуха по параметрам А и определяется по формуле

$$t_n = t_{н} + 0,5 = 25 + 0,5 = 25,5^{\circ}\text{C.}$$

Температура удаляемого воздуха, °С, определяется через градиент температур по формуле

$$t_y = t_{вн} + (H - h)grad t, \quad (32)$$

где $t_{вн}$ – расчетная внутренняя температура воздуха в помещении, °С;

H – высота помещения, м;

h – высота рабочей зоны, при выполнении работы в положении сидя $h = 1,5$ м;

$grad t$ – температурный градиент, °С, принимаем по таблице 12, исходя из удельного избытка явной теплоты, Вт/м³, который рассчитывается по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{я}}^{\text{изб}}}{V}, \quad (33)$$

где $Q_{\text{я}}^{\text{изб}}$ – избыточные явные теплопоступления в помещение, Вт;
 V – объем помещения, м³.

Таблица 12 – Температурный градиент

Удельный избыток явного тепла, q , Вт/м ³	$\text{grad } t$, °С
Менее 12	0 – 0,5
От 12 до 23	0,3 – 1,2
Более 23	1,2 – 1,5

Объем обеденного зала составляет 278,6 м³, тогда

$$q = \frac{6271}{278,6} = 22,5 \text{ Вт/м}^3.$$

Температурный градиент $\text{grad } t = 1,2$ °С.

Температура удаляемого воздуха в обеденном зале составит

$$t_y = 27 + (3,5 - 1,5) \cdot 1,2 = 29,4 \text{ °С}.$$

Влагосодержание (d , г/кг) и теплосодержание (i , кДж/кг) приточного и удаляемого воздуха определяем по I-d диаграмме (Приложение В) и заносим в таблицу 13.

Концентрация CO₂ в удаляемом воздухе C_y принимается: для помещений с периодическим пребыванием людей (учреждения) – 2,3 г/м³. Концентрация CO₂ в наружном или приточном воздухе: для городской местности $C_n = 0,9$ г/м³.

Таблица 13 – Параметры приточного и удаляемого воздуха в обеденном зале

Наименование помещения	t_n , °С	d_n , г/кг	i_n , кДж/кг	t_y , °С	d_y , г/кг	i_y , кДж/кг
Обеденный зал	25,5	10,2	51,5	29,4	12,6	61,7

Расход приточного воздуха в помещении определяется по всем вредностям, поступающим в это помещение. Расчет воздухообмена выполняем по рекомендациям [2].

Воздухообмен по явным теплоизбыткам, кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{\text{я}} = \frac{3,6Q_{\text{я}}^{\text{изб}}}{c(t_y - t_n)}, \quad (34)$$

где $Q_{Я}^{изб}$ – избыточные явные тепlopоступления в помещение, Вт;
 t_y – температура удаляемого воздуха, °С;
 t_n – температура приточного воздуха, °С;
 c – теплоёмкость приточного воздуха, равная 1,006 Дж/кг·°С.

$$G_{Я} = \frac{3,6 \cdot 6271}{1,006 \cdot (29,4 - 25,5)} = 5754 \text{ кг/ч.}$$

Воздухообмен по полным теплоизбыткам, кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{II} = \frac{3,6 Q_{II}^{изб}}{i_y - i_n}, \quad (35)$$

где $Q_{II}^{изб}$ – избыточные полные тепlopоступления в помещение, Вт;
 i_y и i_n – соответственно энтальпии удаляемого и приточного воздуха, кДж/кг.

$$G_{II} = \frac{3,6 \cdot 15331}{61,7 - 51,5} = 5411 \text{ кг/ч.}$$

Воздухообмен по избыткам влаги, кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_W = \frac{W \cdot 1000}{d_y - d_n}, \quad (36)$$

где W – влагоизбытки в помещении, кг/ч;
 d_y и d_n – влагосодержание воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, г/кг.

$$G_W = \frac{12,9 \cdot 1000}{12,6 - 10,2} = 5375 \text{ кг/ч.}$$

Воздухообмен по диоксиду углерода, кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{CO_2} = \frac{1,2 \cdot M \cdot 1000}{C_y - C_n}, \quad (37)$$

где M – поступление окиси углерода в помещение, кг/ч;

C_y и C_n – содержание CO_2 в воздухе, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, г/м³.

$$G_{CO_2} = \frac{1,2 \cdot 4,8 \cdot 1000}{2,3 - 0,9} = 4114 \text{ кг/ч.}$$

Минимальный воздухообмен в помещениях, кг/ч, определяют из расчета на одного человека по формуле

$$G_{\min} = l_{\min} n \rho, \quad (38)$$

где l_{\min} – минимальный воздухообмен на 1 человека, равный 20 м³/ч согласно [13];

n – количество человек;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

$$G_{\min} = 20 \cdot 100 \cdot 1,19 = 2380 \text{ кг/ч.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Расчетные воздухообмены в помещении

Наименование помещения	$G_{Я}$, кг/ч	$G_{П}$, кг/ч	G_{W} , кг/ч	G_{CO_2} , кг/ч	G_{\min} , кг/ч
Обеденный зал	5754	5411	5375	4144	2380

За расчетный принимаем наибольший из воздухообменов.

В тех помещениях, для которых не производился расчет воздухообменов по количеству поступающих вредностей, воздухообмен принимается по нормативной кратности или по санитарной норме на одного человека. Нормативные кратности и санитарные нормы по количеству воздуха в помещениях школы принимаются согласно [13]. Для основного цеха приток воздуха рассчитан на компенсацию воздуха, удаленного местными отсосами.

Воздушный баланс составляют по всем помещениям. Расчетные воздухообмены, как по вредностям, так и по нормируемой кратности для всех помещений заносят в таблицу. Сперва составляется баланс в кг/ч, а затем определяется объемное количество воздуха в м³/ч. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает приток. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, холлы.

Для определения весового количества воздуха, кг/ч, используется следующая формула

$$G = L \cdot \rho, \quad (39)$$

где L – объемный расход воздуха, м³/ч;

ρ – плотность воздуха, равная 1,19 кг/м³.

Для определения объемного количества воздуха, м³/ч, по нормативной кратности используется формула

$$L = K \cdot V, \quad (40)$$

где K – нормативная кратность воздухообмена, зависящая от назначения помещения, ч⁻¹;

V – объем помещения, м³.

Таблица 15 – Таблица воздушного баланса

Помещение		Приточная вентиляция		Вытяжная вентиляция			
				Общеобменная	Естественная	Местная	Кратность, ч ⁻¹
Наименование	Объем, V, м ³	Расход воздуха, $\frac{G, \text{кг/ч}}{L, \text{м}^3/\text{ч}}$	Кратность, ч ⁻¹	Расход воздуха, $\frac{G, \text{кг/ч}}{L, \text{м}^3/\text{ч}}$	Расход воздуха, $\frac{G, \text{кг/ч}}{L, \text{м}^3/\text{ч}}$	Расход воздуха, $\frac{G, \text{кг/ч}}{L, \text{м}^3/\text{ч}}$	
(1.3) Вестибюль	289,9	$\frac{690}{579,8}$	2	-	-	-	-
(1.4) Гардероб	88,9	-	-	-	$\frac{186,3}{156,6}$	-	1,5
(1.5) Пост охраны	78,3	$\frac{186,3}{156,6}$	2	-	$\frac{595}{500}$	-	2
(1.6) Кабинет русского языка и литературы	225,6	$\frac{595}{500}$	2	-	$\frac{595}{500}$	-	2
(1.7) Кабинет математики	225,2	$\frac{595}{500}$	2	-	$\frac{595}{500}$	-	2
(1.8) Кабинет иностранного языка	165,1	$\frac{595}{500}$	3	-	$\frac{674,2}{566,6}$	-	3
(1.9) Столярная мастерская	283,3	$\frac{674,2}{566,6}$	2	-	$\frac{186,3}{156,6}$	$\frac{416,5}{350}$	2
(1.9 а) Инструментальная	63,8	-	-	-	$\frac{76}{63,8}$	-	1
(1.11) Слесарная мастерская	269,7	$\frac{641,8}{539,4}$	2	-	$\frac{641,8}{539,4}$	$\frac{416,5}{350}$	2
(1.17) Учительская	141,4	-	-	-	$\frac{336,5}{282,8}$	-	2
(1.19) Помещение хранения уборочного инвентаря	20,9	-	-	-	$\frac{24,9}{20,9}$	-	1
(1.21) Уборная для мальчиков	31,2	-	-	$\frac{119}{100}$	-	-	50 м ³ /ч на унитаз
(1.22) Уборная для девочек	31,3	-	-	$\frac{119}{100}$	-	-	50 м ³ /ч на унитаз

Продолжение таблицы 15

(1.23) Тренерская	26,7	<u>63,5</u> 53,3	2	-	-	-	-
(1.24) Уборная	11,4	-	-	<u>59,5</u> 50	-	-	50 м ³ /ч на унитаз
(1.25) Раздевальная мальчиков	56,6	<u>357</u> 300	5	-	-	-	-
(1.26) Раздевальная девочек	56,6	<u>357</u> 300	5	-	-	-	-
(1.27) Душевая	44,5	-	-	<u>357</u> 300	-	-	75 м ³ /ч на секцию
(1.28) Душевая	44,5	-	-	<u>357</u> 300	-	-	75 м ³ /ч на секцию
(1.29) Снарядная	58,9	-	-	-	<u>70,1</u> 58,9	-	1
(1.30) Спортивный зал	2221,4	<u>2380</u> 2000	1	<u>2380</u> 2000	-	-	1
(1.32) Уборная для мальчиков	13,2	-	-	<u>238</u> 200	-	-	50 м ³ /ч на унитаз, 25 м ³ /ч на писсуар
(1.34) Уборная для девочек	14,77	-	-	<u>297,5</u> 250	-	-	50 м ³ /ч на унитаз
(1.35) Уборная для МГН	7,17	-	-	<u>59,5</u> 50	-	-	50 м ³ /ч на унитаз
(1.37) Зона умывальников	16,76	-	-	-	<u>19,9</u> 16,8	-	1
(1.38) Обеденный зал	278,6	<u>5754,1</u> 4835,4	17	<u>5754,1</u> 4835,4	-	-	17
(1.39) Моечная столовой посуды	34,3	<u>163,1</u> 137,1	4	-	-	<u>244,7</u> 205,6	6
(1.40) Моечная кухонной посуды	24,5	<u>116,6</u> 98	4	-	-	<u>174,9</u> 147	6

Окончание таблицы 15

(1.41) Основной цех	135,3	<u>5534</u> 4651	34	-	-	<u>5534</u> 4651	34
(1.43) Коридор	64,6	-	-	<u>178,5</u> 150	-	-	2
(1.44) Помещение для овощей	14,7	-	-	<u>35,1</u> 29,5	-	-	2
(1.45) Кладовая для сухих продуктов	11,2	-	-	<u>26,6</u> 22,3	-	-	2
(1.46) Кладовая скоропортящихся продуктов	30,6	<u>72,9</u> 61,3	2	<u>72,9</u> 61,3	-	-	2
(1.47) Мясо-рыбный цех	37,5	<u>133,9</u> 112,6	3	<u>178,6</u> 150,1	-	-	4
(1.49) КУИН	7,8	-	-	<u>11,9</u> 10	-	-	1
(1.50) Помещение персонала	33,7	<u>80,1</u> 67,3	2	-	-	-	-
(1.51) Душевая	7,6	-	-	<u>89,25</u> 75	-	-	75 м ³ /ч на секцию
(1.52) Уборная	4,41	-	-	<u>59,5</u> 50	-	-	50 м ³ /ч на унитаз
(1.54) Овощной цех	37,1	<u>132,3</u> 111,2	3	<u>176,4</u> 148,3	-	-	4
(1.56) Тамбур	25,6	<u>30,5</u> 25,6	1	-	-	-	-
(1.57) Кабинет заведующей столовой	28,9	<u>68,9</u> 57,9	2	-	-	-	-

Суммарный приток воздуха по всему зданию составил 19221,8 кг/ч, вытяжка – 21189,9 кг/ч. Разницу в количестве приточного и вытяжного воздуха (1968,1 кг/ч) подать в коридоры для сохранения баланса.

4.3 Расчет местных отсосов

Местные вытяжные системы используются для обнаружения и удаления выделений в помещениях, которые предназначены для приготовления различных видов кулинарной продукции, а также для мытья посуды.

Местные отсосы подразделяют по принципу работы и по конструкционным особенностям. По принципу работы местные отсосы классифицируют, как пассивные и активированные. Отличие активированных отсосов от пассивных состоит в том, что в них используются приточные струи для локализации и улавливания кухонных выделений. Активированные отсосы (с поддувом внутри зонта) демонстрируют высокую эффективность и работают при меньшем расходе удаляемого воздуха по сравнению с их пассивными аналогами. Общий расход воздуха в приточных струях активированных моделей не превышает 10 % от общего расхода воздуха, удаляемого этим отсосом. Источником воздуха для поддува может служить как уличный воздух, так и внутренний воздух помещения.

По конструкционным особенностям можно выделить наиболее распространённые виды:

- настенные;
- островные;
- сдвоенные островные;
- отсосы шкафы;
- отсосы козырьки.

4.3.1 Расчет конвективного потока над горячей поверхностью кухонного оборудования

Расход воздуха, удаляемого местным отсосом, определяют из расчета улавливания конвективного потока, восходящего над горячей поверхностью кухонного оборудования.

Для расчета расхода воздушных масс в конвективном потоке, м³/с, используется формула

$$L_{ki} = kQ_k^{1/3} (z + 1,7D)^{5/3} r, \quad (41)$$

где k – экспериментальный коэффициент, равный $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{4/3} \cdot \text{Вт}^{1/3} \cdot \text{с}^{-1}$;

Q_k – доля конвективных тепловыделений кухонного оборудования, Вт;

z – расстояние от поверхности кухонного оборудования до местного отсоса, м (рисунок 5);

D – гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования, м;

r – поправка на положение источника теплоты по отношению к стене, принимают по таблице 1 [14].

Доля конвективных тепловыделений кухонного оборудования, Вт, определяется по формуле

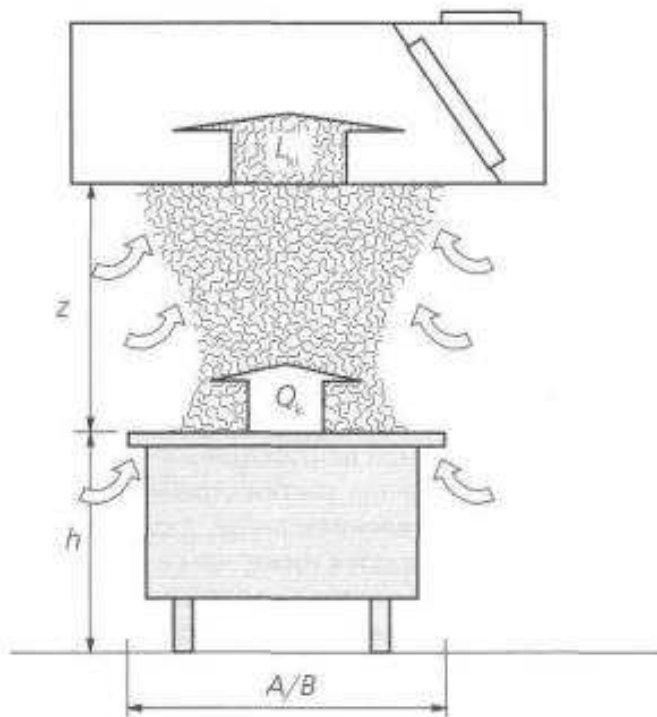
$$Q_k = Q_m \cdot K_y \cdot K_k \cdot K_o, \quad (42)$$

где Q_m – установленная мощность кухонного оборудования, кВт;

K_y – доля явных тепловыделений от установочной мощности кухонного оборудования, Вт/кВт, принимают по таблице А.1 [14];

K_k – доля конвективных тепловыделений от явных тепловыделений кухонного оборудования. При отсутствии данных для конкретного оборудования допускается принимать $K_k = 0,5$;

K_o – коэффициент одновременности работы кухонного оборудования, принимают по таблице Б.1 [14].



z – расстояние от поверхности кухонного оборудования до местного отсоса, м; h – высота кухонного оборудования, как правило, равная от 0,85 до 0,9 м; A, B – соответственно длина и ширина кухонного оборудования, м

Рисунок 5 – Конвективный поток над поверхностью кухонного оборудования

Гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования, м, рассчитывается по формуле

$$D = \frac{2AB}{A+B}, \quad (43)$$

где A – длина кухонного оборудования, м;

B – ширина кухонного оборудования, м.

Выполним расчет для двух электрических плит марки ПЭ-814Ш мощностью 15 кВт и пароконвектомата марки Упох XV 393 мощностью 7,1 кВт, установленных в основном цехе пищеблока.

Для плит:

$$D = \frac{2 \cdot 1,05 \cdot 0,85}{1,05 + 0,85} = 0,94 \text{ м};$$

$$Q_k = 15 \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 1200 \text{ Вт};$$

$$L_{ki} = 0,005 \cdot 1200^{1/3} \cdot (1,5 + 1,7 \cdot 0,94)^{5/3} \cdot 0,63 = 0,22 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Для пароконвектомата:

$$D = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot 0,764}{0,75 + 0,764} = 0,757 \text{ м};$$

$$Q_k = 7,1 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 340,8 \text{ Вт};$$

$$L_{ki} = 0,005 \cdot 340,8^{1/3} \cdot (1,64 + 1,7 \cdot 0,757)^{5/3} \cdot 0,4 = 0,084 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

4.3.2 Расчет расхода воздуха, удаляемого местными отсосами

Расход воздуха, удаляемого местным отсосом, $\text{м}^3/\text{с}$, определяют по формуле

$$L_o = \left(\sum_{i=1}^n (L_{ki} + L_{ri}) \right) \frac{a}{K_{ko}}, \quad (44)$$

где n – количество оборудования, находящегося под отсосом;

L_{ki} – то же, что в формуле (39);

L_{ri} – объемный расход продуктов сгорания кухонного оборудования, $\text{м}^3/\text{с}$.

Для оборудования, работающего на электроэнергии, $L_{ri} = 0$;

a – поправочный коэффициент, учитывающий подвижность воздуха в помещении горячего цеха, принимают по таблице 2 [14] в зависимости от системы воздухораспределения;

K_{ko} – коэффициент эффективности местного отсоса. Для стандартных местных отсосов принимают равным 0,8. Активированные местные отсосы (с поддувом приточного воздуха) обладают коэффициентом эффективности выше 0,8. Для таких отсосов значение K_{ko} принимают по данным производителя. Производители активированных местных отсосов с $K_{ko} > 0,8$ должны представить результаты испытаний поставляемого ими активированного отсоса для подтверждения заявленного коэффициента эффективности. Ориентировочно, при отсутствии данных, можно принять $K_{ko} = 0,85$.

Для плит:

$$L_o = 2 \cdot (0,22 + 0) \cdot \frac{1,2}{0,85} = 0,622 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$$\text{Переведем в м}^3/\text{ч}: L_o = 0,622 \cdot 3600 = 2239 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Для пароконфектомата:

$$L_o = (0,084 + 0) \cdot \frac{1,2}{0,8} = 0,125 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$$\text{Переведем в м}^3/\text{ч}: L_o = 0,125 \cdot 3600 = 452 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Аналогично производится расчет для другого кухонного оборудования.

4.4 Принципиальная схема системы вентиляции

Вентиляционной системой называют совокупность устройств, предназначенных для обработки, транспортировки, подачи и удаления воздуха.

Выбор системы осуществляется в зависимости от таких факторов, как назначение помещения, количество вредных выделений, а также от санитарно-гигиенических и технологических требований.

По назначению системы вентиляции подразделены на приточные и вытяжные, которые обеспечивают общеобменную или местную вентиляцию. Если вентилируется все помещение или его рабочая зона при наличии рассредоточенных источников вредных выделений, то вентиляция является общеобменной. В свою очередь, местной вентиляцией называется удаление воздуха непосредственно от оборудования – источника вредностей – или подача воздуха в какую-либо определенную часть помещения.

По способу побуждения движения воздуха системы вентиляции подразделены на системы с естественным побуждением и системы с механическим (принудительным) побуждением. При этом вентиляция в помещениях осуществляется через разветвленную сеть каналов

(воздуховодов) – канальные системы вентиляции или через проемы в наружных ограждениях – бесканальная вентиляция.

В здании школы устроены все выше перечисленные системы вентиляции.

Для подачи и удаления воздуха запроектированы прямоугольные воздуховоды из оцинкованной стали, в санузлах и душевых – круглые воздуховоды.

Схема организации воздухообмена в помещениях «сверху-вверх». Подача и удаление воздуха осуществляется через решетки и диффузоры в общеобменной вентиляции, а также через зонты в местной вентиляции.

4.5 Аэродинамический расчет воздуховодов

Аэродинамический расчет производится для определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления (магистральной) с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают аксонометрические схемы воздуховодов систем. На схемах указывают номера участков, расходы воздуха и размеры воздуховодов.

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

$$\Delta P = R \cdot \beta_{ш} \cdot l + Z, \quad (45)$$

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

$\beta_{ш}$ – коэффициент шероховатости, для стали равен 1;

l – длина воздуховода, м;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяют по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot P_d, \quad (46)$$

где $\sum \xi$ – сумма местных сопротивлений на участке [15];

P_d – динамическое давление воздуха на участке, Па.

Размеры сечения воздуховодов на участках определяют, ориентируясь на рекомендуемые скорости движения воздуха на участках. Требуемую площадь поперечного сечения воздуховода, м², определяют по формуле

$$F_{mp} = \frac{L}{3600 \cdot v_{рек}}, \quad (47)$$

где L – расход воздуха на участке, м³/ч;

$v_{рек}$ – рекомендуемая скорость, 6-7 м/с для общеобменной вентиляции, 8-10 м/с для местной.

Ориентируясь на требуемую площадь, принимаем площадь сечения стандартного воздуховода $F_{ст}$ по данным [15] и размеры a х b .

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

$$d_{экв} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}. \quad (48)$$

Фактическая скорость воздуха, м/с, определяется с учетом фактической площади сечения принятого стандартного воздуховода:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F_{тр}}. \quad (49)$$

Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15 %.

$$\Delta = \frac{\Delta P_{маг} - \Delta P_{отв}}{\Delta P_{маг}} \cdot 100\% \leq 15\%, \quad (50)$$

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

$\Delta P_{отв}$ – суммарные потери давления в ответвлении, Па.

Аэродинамический расчет системы П2 представлен в таблице 16. Расчетная схема системы П2 изображена на рисунке 6.

П2

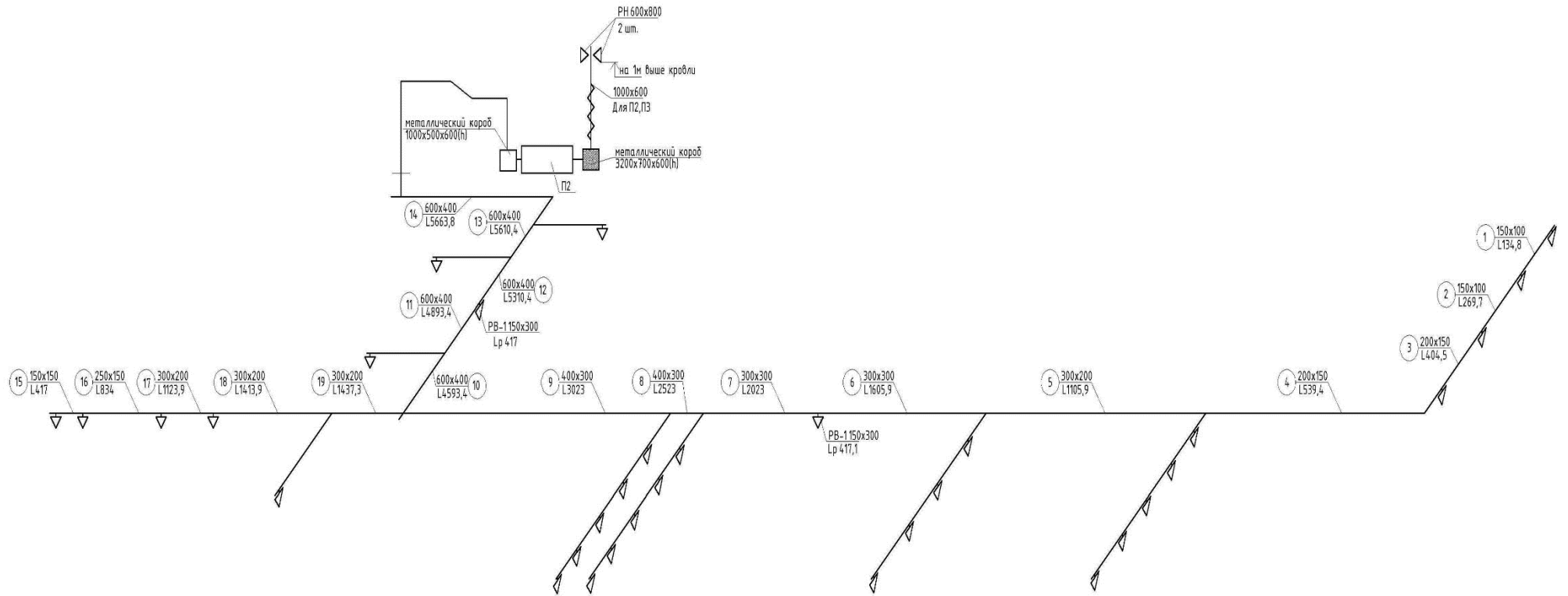


Рисунок 6 – Расчетная схема системы П2

Таблица 16 – Аэродинамический расчет системы П2

Номер уч-ка	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$d_{\text{экв}}, \text{ мм}$	$F_{\text{тр}}, \text{ м}^2$	$F_{\text{ст}}, \text{ м}^2$	$v_{\text{рек}}, \text{ м/с}$	$v, \text{ м/с}$	$R, \text{ Па/м}$	$R \beta_{\text{ш}} l, \text{ Па}$	$\Sigma \xi$	$P_{\text{д}}, \text{ Па}$	$Z, \text{ Па}$	$\Delta P, \text{ Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{ Па}$
Магистраль П2																
1	134,8	1,69	100	150	120	0,01	0,015	6	2,5	0,83	1,4	2	3,7	7,38	8,78	8,78
2	269,7	2,2	100	150	120	0,01	0,015		5	2,79	6,15	0,06	18,2	1,09	7,24	16,02
3	404,5	2,2	150	200	171	0,02	0,03		3,7	1,08	2,37	0	8,4	0	2,37	18,39
4	9,48	9,48	150	200	171	0,02	0,03		5	1,8	17,03	0,68	15	10,18	27,21	45,6
5	1105,9	8,6	200	300	240	0,05	0,06		5,1	1,25	10,73	0,293	15,8	4,62	15,34	60,94
6	1605,9	4,46	300	300	300	0,07	0,09		5	0,92	4,09	0	14,7	0	4,09	65,02
7	2023	5,2	300	300	300	0,09	0,09		6,2	1,4	7,27	0,235	23,5	5,51	12,78	77,8
8	2523	1,3	300	400	343	0,12	0,12		5,8	1,05	1,37	0,17	20,5	3,49	4,86	82,66
9	3023	10,4	300	400	343	0,14	0,12		7	1,49	15,53	1,14	29,4	33,47	49,01	131,67
10	4593,4	2,3	400	600	480	0,21	0,24		5,3	0,6	1,39	0,2	17	3,41	4,8	136,46
11	4893,4	1,93	400	600	480	0,23	0,24		5,7	0,68	1,31	0	19,3	0	1,31	137,77
12	5310,4	1,7	400	600	480	0,25	0,24		6,1	0,78	1,33	0,2	22,7	4,54	5,88	143,64
13	5610,4	1,2	400	600	480	0,26	0,24		6,5	0,87	1,04	0,18	25,4	4,56	5,61	149,25
14	5663,8	15,68	400	600	480	0,26	0,24		6,6	0,88	13,87	2,12	25,8	54,8	68,67	217,92
Ответвление П2																
15	417	1	150	150	150	0,019	0,0225	6	5,2	2,3	2,3	2,05	16,2	33,23	35,48	35,48
16	834	3	150	250	188	0,039	0,0375		6,2	2,3	7	0,05	22,9	1,15	8,16	43,64
17	1123,9	2	200	300	240	0,052	0,06		5,2	1,3	2,6	0	16,3	0	2,56	46,2
18	1413,9	4,6	200	300	240	0,065	0,06		6,5	1,9	8,8	0,2	25,7	5,14	13,96	60,15
19	1437,3	2,7	200	300	240	0,067	0,06		6,7	2	5,4	1,1	26,6	29,29	34,67	94,83
$\Delta = \frac{\Delta P_{1-9} - \Delta P_{15-19}}{\Delta P_{1-9}} \cdot 100\% = \frac{131,67 - 94,83}{131,67} \cdot 100\% = 28\% > 15\%.$ <p>Так как неувязка >15%, устанавливаем дроссель клапан.</p>																

Определение коэффициентов местных сопротивлений [15]

Магистраль П2

Участок 1:

Решетка $\xi=2$.

Участок 2:

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,015}{0,03} = 0,5, \xi=0,06$

Участок 3:

Нет.

Участок 4:

Круглый отвод $90^\circ, \xi=0,22$

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,03}{0,06} = 0,5, \xi=0,06$

Тройник на проход:

$L_o=566,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,03$
$L_c=1105,9 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,06$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{566,6}{1105,9} = 0,51$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,03}{0,06} = 0,5$
$\xi=0,4$	

Участок 5:

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,06}{0,09} = 0,67, \xi=0,043$

Тройник на проход:

$L_o=500 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,06$
$L_c=1605,9 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,09$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{500}{1605,9} = 0,3$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,06}{0,09} = 0,67$
$\xi=0,25$	

Участок 6:

Нет.

Участок 7:

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,09}{0,12} = 0,75, \xi=0,035$.

Тройник на проход:

$L_o=500 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,09$
$L_c=2523 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,12$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{500}{2523} = 0,2$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,09}{0,12} = 0,75$
$\xi=0,2$	

Участок 8:

Тройник на проход:

$L_o=500 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,12$
$L_c=3023 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,12$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{500}{3023} = 0,17$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,12}{0,12} = 1$
$\xi=0,17$	

Участок 9:

Тройник на деление потока:

$L_o=3023 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,06$
$L_c=4593,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,24$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{3023}{4593,4} = 0,65$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,06}{0,24} = 0,25$
$\xi=1,4$	

Участок 10:

Тройник на проход:

$L_o=300 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,24$
$L_c=4893,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,24$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{300}{4893,4} = 0,06$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,24}{0,24} = 1$
$\xi=0,2$	

Участок 11:

Нет.

Участок 12:

Тройник на проход:

$L_o=300 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,24$
$L_c=5610,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,24$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{300}{5610,4} = 0,05$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,24}{0,24} = 1$
$\xi=0,2$	

Участок 13:

Тройник на проход:

$L_o=53,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_{\Pi} = 0,24$
$L_c=5663,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,24$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{53,3}{5663,8} = 0,01$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,24}{0,24} = 1$
$\xi=0,18$	

Участок 14:

4 Круглых отвода 90° , $\xi=0,53 \cdot 4=2,12$.

Ответвление П1

Участок 15:

Решетка $\xi=2$.

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,0225}{0,0375} = 0,6$, $\xi=0,05$

Участок 16:

Переход: $\frac{F_1}{F} = \frac{0,0375}{0,06} = 0,6$, $\xi=0,05$

Участок 17:

Нет.

Участок 18:

Тройник на проход:

$L_o=156,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_{\Pi} = 0,06$
$L_c=1437,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,06$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{156,6}{1437,3} = 0,1$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,06}{0,06} = 1$
$\xi=0,2$	

Участок 19:

Тройник на деление потока:

$L_o=1437,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_{\Pi} = 0,06$
$L_c=4593,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,24$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1437,3}{4593,4} = 0,3$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,06}{0,24} = 0,25$
$\xi=1,1$	

Производим аналогичный расчет для системы В1. Аэродинамический расчет системы В1 представлен в таблице 17. Расчетная схема системы В1 на рисунке 7.

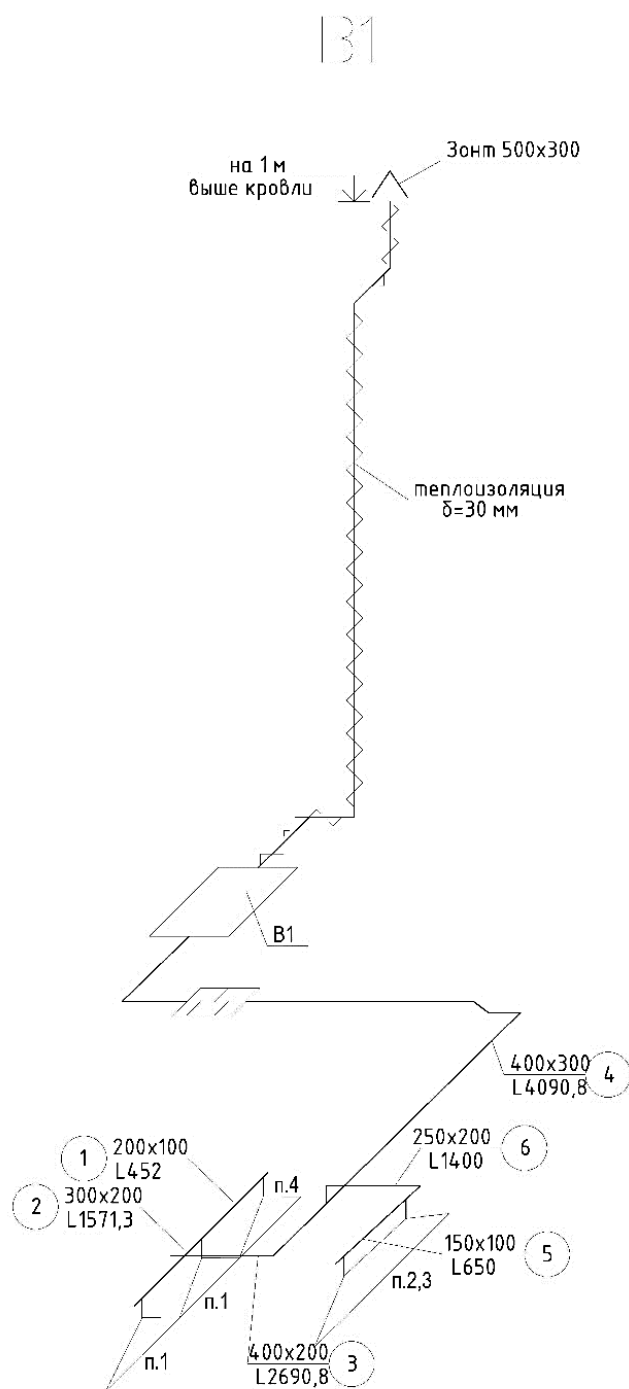


Рисунок 7 – Расчетная схема системы В1

Таблица 17 – Аэродинамический расчет системы В1

Номер уч-ка	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$d_{\text{экв}}, \text{ мм}$	$F_{\text{мп}}, \text{ м}^2$	$F_{\text{ст}}, \text{ м}^2$	$v_{\text{рек}}, \text{ м/с}$	$v, \text{ м/с}$	$R, \text{ Па/м}$	$R \beta_{\text{ш}} l, \text{ Па}$	$\Sigma \zeta$	$P_{\text{д}}, \text{ Па}$	$Z, \text{ Па}$	$\Delta P, \text{ Па}$	$\Sigma \Delta P, \text{ Па}$
Магистраль В1																
1	452	1,66	100	200	133	0,02	0,02	8	6,3	3,7	6,1	1,88	23,7	44,5	50,59	50,59
2	1571,3	0,4	200	300	240	0,05	0,06		7,3	2,4	0,95	0,96	31,8	30,5	31,47	82,06
3	2690,8	2,5	200	400	267	0,09	0,08		9,3	3,3	8,36	0,76	52,6	39,9	48,31	130,37
4	4090,8	23,8	300	400	343	0,14	0,12		9,5	2,6	60,8	1,6	53,9	86,3	147,08	277,45
Ответвление В1																
5	650	1,6	100	250	143	0,02	0,025	8	7,2	4,3	6,9	1,69	31,3	52,92	59,83	59,83
6	1400	2,1	200	250	222	0,05	0,05		7,8	3	6,2	1,34	48,66	48,66	54,89	114,72
$\Delta = \frac{\Delta P_{1-3} - \Delta P_{5-6}}{\Delta P_{1-3}} \cdot 100\% = \frac{130,37 - 114,72}{130,37} \cdot 100\% = 0,12\% < 15\%.$																

Определение коэффициентов местных сопротивлений [15]

Магистраль В1

Участок 1:

Прямоугольная вытяжная шахта с зонтом $\xi=1,15$.

$$\text{Переход: } \frac{F_1}{F} = \frac{0,02}{0,06} = 0,3, \xi=0,73$$

Участок 2:

Тройник на слияние потока:

$L_o=1571,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_n = 0,04$
$L_c=2690,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,1$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1571,3}{2690,8} = 0,6$	$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4$
$\xi=0,96$	

Участок 3:

Тройник на слияние потока:

$L_o=1400 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_o = 0,05$
$L_c=4090,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,12$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1400}{4090,8} = 0,34$	$\frac{f_o}{f_n} = \frac{0,05}{0,12} = 0,4$
$\xi=0,76$	

Участок 4:

4 круглых отвода $90^\circ \xi=0,4 \cdot 4=1,6$

Ответвление В1

Участок 5:

Прямоугольная вытяжная шахта с зонтом $\xi=1,15$.

$$\text{Переход: } \frac{F_1}{F} = \frac{0,02}{0,05} = 0,4, \xi=0,54$$

Участок: 6:

Тройник на слияние потока:

$L_o=1400 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_o = 0,05$
$L_c=4090,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	$f_c = 0,12$
$\frac{L_o}{L_c} = \frac{1400}{4090,8} = 0,34$	$\frac{f_o}{f_n} = \frac{0,05}{0,12} = 0,4$
$\xi=0,82$	

2 круглых отвода $90^\circ \xi=0,26 \cdot 2=0,52$.

Аэродинамический расчет системы естественной вентиляции проводится аналогично расчету механической вентиляции.

Для аэродинамического расчета системы естественной вентиляции необходимо определить расчетное гравитационное давление, Па, которое рассчитывают при температуре наружного воздуха $t_5 = +5\text{ }^\circ\text{C}$ по формуле

$$\Delta P^g = 9,81 \cdot h \cdot (\rho_5 - \rho_{вн}), \quad (51)$$

где h – вертикальное расстояние от места удаления воздуха до устья вытяжной шахты, м;

ρ_5 и $\rho_{вн}$ – плотности наружного и внутреннего соответственно, кг/м^3 .

Рекомендуемая скорость воздуха для вертикальных каналов и сборного короба равна 1-1,5 м/с, для вытяжной шахты – 1,5-2 м/с.

Произведем расчет естественной системы вентиляции ВЕ1. Результаты расчета сведены в таблицу 18. Расчетная схема системы изображена на рисунке 8.

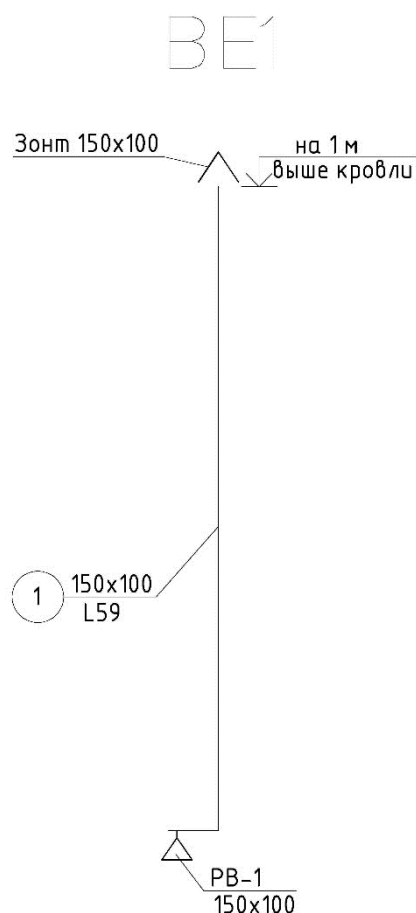


Рисунок 8 – Расчетная схема системы ВЕ1

Таблица 18 – Аэродинамический расчет системы ВЕ1

Номер уч-ка	L , м ³ /с	l , м	a , мм	b , мм	d_3 , мм	F , м ²	v , м/с	R , Па/м	$R\beta_{ul}$, Па	$\Sigma\zeta$	P_d , Па	Z , Па	ΔP , Па
$\Delta P^p = 9,81 \cdot 8,2 \cdot (1,27 - 1,18) = 7,2$ Па													
РВ	59	-	100	150	-	0,02	1,1	-	-	1,2	0,7	0,8	0,6
1	59	8,7	100	150	120	0,02	1,1	0,193	1,69	2,5	0,7	1,78	4,1
Σ													4,16

Потери в системе ВЕ1 меньше расчетного гравитационного давления, следовательно, расчет выполнен верно, и система будет работать.

4.6 Подбор оборудования

В качестве приточных и вытяжных систем используются установки, состоящие из отдельных функциональных секций, которые соединены между собой. Подбор установок осуществлен с помощью каталогов фирмы NED согласно заданному расходу воздуха в системах.

Подбор воздушно-тепловых завес осуществлен в онлайн-программе фирмы Тепломаш. Характеристики воздушно-тепловых завес, установленных в тамбурах вестибюля, представлены в приложении Г. Характеристики воздушно-тепловых завес, установленных в тамбуре мастерской и загрузочной, представлены в приложении Д.

4.7 Пожарная безопасность

Противопожарная вентиляция состоит из системы дымоудаления, системы подачи воздуха в коридоры и лестничные клетки. Система дымоудаления состоит из системы воздуховодов, изолированных огнезащитным материалом с требуемым пределом огнестойкости, вентиляторов дымоудаления, противопожарных клапанов и автоматики. В систему подачи воздуха входят вентиляторы подпора, воздуховоды приточной системы вентиляции, противопожарные клапаны, в качестве огнезадерживающих заслонок в общеобменной вентиляции.

Противопожарная вентиляция предназначена для максимально быстрого удаления дыма и продуктов горения от эвакуационных путей и способна работать с запыленными газоздушными смесями при высоких температурах. По правилам противопожарной безопасности вентиляторы дымоудаления должны обладать высокой производительностью, а дымоудаляющие воздуховоды изготавливаются большого сечения, чтобы обеспечить проток большого объема воздушной смеси. Тонколистовой металл воздуховода под воздействием огня быстро раскаляется и начинает деформироваться, из-за чего дымоотводящая магистраль разгерметизируется и не исключено попадание в соседние помещения дыма и продуктов горения.

Поэтому воздуховоды противопожарной вентиляции должны быть огнеизолированы.

В зависимости от схемы вентиляции на вытяжных и приточных воздуховодах устанавливаются клапаны дымоудаления и противопожарные клапаны, соответственно. В общеобменной системе вентиляции устанавливаются противопожарные клапаны с открытой огнезащитной заслонкой. При срабатывании противопожарной автоматики, клапан закрывается, и таким образом, блокирует проникновение дыма в соседние помещения. Клапаны дымоудаления устанавливаются в воздуховодах противопожарной вентиляции. Противопожарная заслонка открывается при срабатывании автоматики, а при нормальных условиях – закрыта. В зависимости от типоразмера воздуховодов, противопожарные клапаны производятся круглого и прямоугольного сечений.

5 Технология монтажных работ

5.1 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления

Подготовительные работы (отдельные узлы трубопроводов, подводка к нагревательным приборам и т.д.) производятся на заводах монтажных заготовок и в центральных заготовительных мастерских. В ходе заготовительных работ подбирают в соответствии монтажным проектом, погружают, доставляют, складировать пачки труб, связок гнутых деталей, заготовок, упаковок фитингов и арматуры, ящиков с деталями крепежа. Непосредственно на объектах собираются изготовленные трубные узлы, устанавливаются приборы и прочее.

При подготовке к выполнению монтажных работ выбирается метод производства работ, составляется проект, выдаются заказы на материалы, оборудование, монтажные заготовки, механизмы и необходимый инструмент.

Помимо общих положений по подготовке объекта к монтажу, нужно разметить места установки нагревательных приборов, места прохода трубопроводов и места установки насосов и узлов управления (элеваторов).

При приемке строительного объекта под монтаж особое внимание уделяется готовности фундаментов под насосы; на соответствие отверстий и борозд для прокладки трубопроводов заданным проектным величинам или рекомендациям СП; на отделку ниш и поверхности стен за нагревательными приборами.

Маркировка точек крепления нагревательных приборов и креплений указанных приборов производится согласно рабочей документации с обеспечением удаления воздуха и спуска теплоносителя из системы отопления. Расположение отверстий под кронштейны или других типов крепежа помечается шаблонами после нанесения штукатурки на места установки отопительного оборудования.

Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или СП 73.13330.2016.

Средства крепления стояков из стальных труб при высоте этажа до 3 м не устанавливаются, а при высоте этажа более 3 м устанавливаются на половине высоты этажа. Средства крепления стояков в производственных зданиях устанавливаются через 3 м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500 мм также должны иметь крепления.

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

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

Уклоны магистральных трубопроводов воды определяются рабочей документацией или рабочим проектом, но должны быть не менее 0,002. Уклоны подводов к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах 5-10 мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500 мм она может быть смонтирована горизонтально.

5.2 Последовательность монтажа системы отопления

Монтаж внутренних систем отопления следует производить в соответствии с требованиями СП 73.13330.2012, СП 48.13330.2011, а также СП 40-108-2004, СП 41-102-98, СП 41-109-2005, СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002, стандартов и инструкций заводов-изготовителей оборудования.

Монтажные работы могут выполняться последовательным методом (после общестроительных работ) или параллельным, при котором работы по монтажу систем отопления выполняются одновременно с общестроительными работами.

Работы по монтажу трубопроводов систем отопления следует производить в последовательности:

1. Разметка мест установки креплений с учетом проектных уклонов.
2. Установка креплений (кронштейнов или подвесок с хомутами) со сверлением отверстий и заделкой цементным раствором или с помощью пристрелки монтажным пистолетом дюбель-гвоздями;
3. Прокладка трубопроводов;
4. Крепление трубопроводов.
5. Выверка трубопроводов.

Монтаж трубопроводов выполняют строго по проекту. При этом соединения трубопроводов (фланцевые, резьбовые, продольные сварные швы)

располагают так, чтобы они были доступны для осмотра при гидравлическом испытании. Не допускается располагать стыки труб на опорах. Места прохода через глухие стены (брандмауэры) оборудуются гильзами с заделкой, обеспечивающей свободное перемещение труб при изменении температуры теплоносителя.

Монтаж отопительных приборов должен осуществляться по технологии, обеспечивающей их сохранность и герметичность соединений в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, и эксплуатационными документами изготовителя.

Монтаж отопительных приборов осуществлять в следующей последовательности:

1. Разметка мест установки средств крепления;
2. Установка крепежных элементов и крепление их к строительным конструкциям;
3. Установка отопительного прибора;
4. Подсоединение к трубопроводам системы отопления.

Радиаторы всех типов следует устанавливать на расстояниях не менее:

- 60 мм – от пола,
- 50 мм – от нижней поверхности подоконных досок;
- 25 мм – от поверхности штукатурки стен, если другие размеры не указаны изготовителем.

При отсутствии подоконной доски расстояние 50 мм следует принимать от верха прибора до низа оконного проема.

При открытой прокладке трубопроводов расстояние от поверхности ниши до отопительных приборов должно обеспечивать возможность прокладки подводок к отопительным приборам по прямой линии.

При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка, как правило, не должен выходить за пределы оконного проема. При этом совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно.

Отопительные приборы следует устанавливать на кронштейнах или на подставках, изготавливаемых в соответствии со стандартами, техническими условиями или рабочей документацией.

Соединение стояков следует выполнять на сварке внахлестку (с раздачей одного конца трубы или соединением безрезьбовой муфтой).

Присоединение трубопроводов к воздухонагревателям (калориферам, отопительным агрегатам) должно выполняться на фланцах, резьбе, сварке или сифонной подводке из гибких нержавеющей труб.

Всасывающие и выхлопные отверстия отопительных агрегатов до пуска их в эксплуатацию должны быть закрыты.

Вентили и обратные клапаны должны устанавливаться таким образом, чтобы среда поступала под клапан. Обратные клапаны необходимо устанавливать горизонтально или строго вертикально в зависимости от их

конструкции. Направление стрелки на корпусе должно совпадать с направлением движения среды.

Шпиндели кранов двойной регулировки и регулирующих проходных кранов следует устанавливать вертикально при расположении отопительных приборов без ниш, а при установке в нишах - под углом 45° вверх. Шпиндели трехходовых кранов необходимо располагать горизонтально.

Термометры и термодатчики монтируются на трубопроводах в соответствии с требованиями технической документации, производителя и рабочей документацией.

Запорно-регулирующая арматура, контрольно-измерительные приборы и предохранительные устройства должны монтироваться в предусмотренных проектом интегрированных источниках тепла и обеспечивающих свободный доступ к ним.

5.3 Испытание и эксплуатация систем отопления

Прием систем отопления производится в три этапа: наружный осмотр, гидравлические испытания и испытания на тепловой эффект в соответствии с СП 73.13330.2016.

В ходе внешнего осмотра проверяются рабочие чертежи и соответствие выполненных работ утвержденному проекту, правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установка контрольно-измерительных приборов, запорной и регулирующей арматуры, расположения спускных и воздушных кранов, соблюдение уклонов, равномерность прогрева приборов, относительная бесшумность работы насосов и системы в целом, отсутствие течи в резьбовых соединениях, секциях радиаторов, кранах, задвижках и др.

По окончании монтажа системы водяного отопления наполняются водой после чего их испытывают на прочность. Системы наполняются водой из водопровода через обратную магистраль. При этом имеющиеся в системе краны и вентили должны быть полностью открыты, чтобы осуществить полное удаление воздуха через расширительный сосуд или воздушные трубки воздухоотборников.

При заполнении системы водой необходимо проверить систему на наличие дефектов. Если в стыках труб обнаружена небольшая утечка, ее устраняют подтяжкой. В случае значительных неисправностей, влекущих за собой смену отдельных частей труб или отдельных приборов, заполнение системы водой должно быть остановлено до тех пор, пока все неисправности не будут полностью устранены.

После заполнения системы водой выполняется вторая проверка системы, и, убедившись в отсутствии дефектов, заглушают воздушную трубку расширительного сосуда, закрывают краны у воздухоотборников и приступают к гидравлическому испытанию.

Гидравлическое испытание систем водяного отопления производят давлением, равным 1,5 рабочего давления и составляющим не менее 0,6 МПа в самой нижней точке системы. Котлы и расширительный бак должны быть отключены от системы.

При испытании систем отопления зимой, процесс заполнения водой несколько отличается от обычного. При наличии местной котельной вначале заполняют водой только котлы и часть главного стояка. Котлы затапливаются, причем температуру воды доводят почти до точки кипения. Вентили на напорном водопроводе, питающем котлы, открывают и производят одновременно и заполнение системы водой, и топку котлов. После заполнения системы водой гидравлическое испытание системы выполняется так же, как описано выше. Системы, непосредственно присоединенные к тепловым сетям, заполняются горячей водой из теплосетей. При пуске отопления в зимних условиях должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения его от воды, а также выключения и отключение по частям.

После заполнения системы водой и ее гидравлического испытания проводится испытание системы на равномерность прогрева и ее регулирование.

Тепловые испытания систем отопления должны производиться при температуре воды в подающих трубопроводах не менее 60 °С, если они проводятся при температуре наружного воздуха выше 0 °С. При осуществлении испытаний в зимнее время температура теплоносителя должна соответствовать температуре наружного воздуха, но быть не менее 50 °С при циркуляционном давлении, соответствующем проектному. Неисправности, обнаруженные во время тепловых установок, должны быть устранены с помощью регулирующих кранов, установленными у приборов, или другими методами в зависимости от причин, вызывающих их. Тепловые испытания должны производиться в течение 7 часов.

При сдаче систем представляется комплект рабочих чертежей с отметками о внесенных в них изменениях, все акты приемки скрытых работ, паспорта оборудования, акты о гидравлических испытаниях систем и оборудования тепловых пунктов и акты теплового испытания систем.

Если при регулировании системы не обнаружилось дефекты, связанные с недочетами проектирования и требующие устранения, она может быть сдана в эксплуатацию. Однако и в период эксплуатации за системой необходимы наблюдение и уход. Система отопления должна иметь паспорт и исполнительные чертежи, которые передаются обслуживающему персоналу с инструкцией по уходу за системой. Все неисправности, выявившиеся при эксплуатации, должны немедленно устраняться. Необходимо подвергать наиболее частому осмотру такие части системы. как котлы, насосы, моторы, а также магистрали на чердаках, в подвалах. Следует также наблюдать за состоянием изоляции трубопроводов, особенно в лестничных клетках, на чердаках и в других местах, где имеет место пониженная температура воздуха.

В случае перегрева помещений количество поступающей воды в системе регулируется за счет прикрывания задвижек у котлов или при присоединении систем к тепловым сетям, на вводе в здание. Правильность работы системы нужно наблюдать по показаниям двух манометров, поставленных на горячем и обратном трубопроводах у насосов или на вводе теплофикационных линий. Манометры при остановке системы должны показывать одно и то же давление, равное гидростатическому давлению в системе, а при работе системы – проектную расчетную разность давлений. Если манометры показывают меньшее давление, а разница их показаний остается постоянной, то причина заключается в том, что система полностью не заполнена водой.

Топка котлов должна производиться по вывешиваемому в котельной графику, который предусматривает, какое число котлов одновременно должно работать и какая температура воды в них, в зависимости от наружной температуры, должна поддерживаться. Последняя может меняться не только в отдельные дни, но и в течение суток. Обычно принимают наружную температуру для данного дня, равную наружной температуре, которая была в 9 – 10 ч предшествующих суток. В системах отопления, присоединяемых непосредственно к наружным сетям, необходимая температура воды поддерживается централизованно в районной котельной или ТЭЦ.

Температура в отдельных помещениях регулируется кранами двойной регулировки. Как правило, в течение отопительного сезона в системе отопления должна быть одна и та же вода. Это вызвано тем, что при постоянстве одной и той же воды в ней содержится малое количество воздуха и система не подвергается коррозии; ее объем пополняется лишь для возмещения убыли, происшедшей в результате испарения воды в расширительном сосуде. Последнее, как было указано выше, легко обнаружить по показаниям манометров системы.

По окончании отопительного сезона систему промывают, для чего воду спускают. Систему заполняют свежей водой, которую нагревают примерно до температуры 95 °С. Эту температуру поддерживают в течение 1 ч с целью возможно полного удаления воздуха. Вода в системе остается на все время перерыва топки – до следующего отопительного сезона. Недочеты в работе системы, которые не могут быть устранены немедленно, записываются в особый журнал и устраняются по окончании отопительного сезона.

5.4 Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции

Монтажно-сборочные работы систем вентиляции воздуха состоят из следующих основных последовательно вспомогательных процессов: подготовка объекта к монтажу указанных систем; приём и складирование воздухопроводов и оборудования, комплектование воздухопроводов, фасонных частей и вентиляционных деталей; подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение пред монтажной ревизии оборудования; сборка узлов; доставка узлов, деталей и элементов к месту

монтажа; установка средств крепления; монтаж оборудования; укрупнительная сборка оборудования; монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздухопроводов; монтаж опусков и деталей систем; изготовление и монтаж подмеров; обкатка смонтированного оборудования; наладка и регулирование систем; сдача систем в эксплуатацию.

К началу монтажных работ генподрядчик обязан обеспечить строительную готовность объекта, конструкций или отдельных видов работ и выполнить следующие работы:

- смонтировать междуэтажные перекрытия, стены и перегородки;
- возвести фундаменты или устроить площадки для установки вентиляторов, кондиционеров и другого вентиляционного оборудования;
- установить строительные конструкции вентиляционных камер приточных систем;
- устроить гидроизоляцию в местах установки приточных вентиляционных камер, кондиционеров и мокрых фильтров;
- выполнить опоры для установки крышных вентиляторов, выхлопных шахт и дефлекторов на покрытии здания;
- пробить или оставить отверстия в стенах, перегородках, перекрытиях или покрытиях для прокладки воздухопроводов;
- нанести на внутренних и наружных стенах всех помещений вспомогательные отметки, равные отметкам покрытия пола плюс 500 мм;
- оштукатурить (или облицевать) поверхности стен и ниш в местах прокладки воздухопроводов;
- подготовить монтажные проемы в стенах и перекрытиях для подачи крупногабаритного оборудования и воздухопроводов и смонтировать кран-балки в вентиляционных камерах;
- установить закладные детали для крепления оборудования и воздухопроводов;
- обеспечить возможность включения электроинструментов, а также электросварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого;
- остеклить оконные проемы в наружных ограждениях, утеплить входы и отверстия;
- выполнить мероприятия, обеспечивающие безопасное производство монтажных работ.

При выполнении вентиляционных работ следует учитывать специфические особенности объекта и общие правила:

- работы по устройству приточных камер выполнять в первую очередь, одновременно выполнять электротехнические и санитарно-технические работы для обеспечения приточных камер электроэнергией и теплоносителем;
- проходы вентиляционных воздухопроводов через кровлю устраивать до или вместе с возведением кровли;
- монтаж воздухопроводов местных вытяжных систем производить после установки технологического оборудования с местными отсосами;

- воздуховоды в строительном исполнении прокладывать до монтажа металлических воздуховодов;
- закладные детали и устройства средств крепления в железобетонных перекрытиях и кровле выполнять одновременно с монтажом строительных конструкций;
- при прокладке воздуховодов особое внимание обращать на их пересечение с технологическими и другими трубопроводами, а также с разводками электросетей.

5.5 Монтаж металлических воздуховодов

Установка вентиляции зависит от конструкционных особенностей системы. Монтаж металлических воздуховодов следует производить в соответствии с СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий» и «Типовыми технологическими картами» серии ТТК 7.05.01.

При монтаже воздуховодов необходимо строго следить за выполнением требований:

- не заделывать в стены, перекрытия, перегородки и т.д. фланцы воздуховодов и бесфланцевые соединения;
- надежно крепить воздуховоды к строительным конструкциям, таким образом, чтобы их собственный вес не передавался на вентиляционное оборудование;
- присоединять воздуховоды к вентиляторам через виброизолирующие патрубки из брезента или другого материала;
- вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от отвесной линии более чем на 2 мм на 1 м длины воздуховода.

Методы и способы монтажа выбирают в зависимости от местных условий, расположения по отношению к строительным конструкциям, а также от решений, заложенных в проекте производства работ, и наличия грузоподъемных механизмов.

Монтаж горизонтальных воздуховодов независимо от их конфигурации и местоположения начинают с осмотра мест прокладки, чтобы выявить наиболее удобные пути транспортирования и подъема воздуховодов. Затем размечают и устанавливают средства крепления воздуховодов. После устанавливают на проектных отметках грузоподъемные средства и доставляют в рабочую зону детали воздуховодов. Далее из отдельных деталей собирают укрупненные блоки в соответствии с комплекточной ведомостью, при этом устанавливают хомуты для подвески воздуховодов.

После укрупнительной сборки воздуховодов в блок непосредственно у места монтажа на полу приступают к монтажу вентиляционной системы. Для этого канатами, пропущенными через заранее установленные блоки, строят блок воздуховода. По концам блока крепят оттяжки, удерживающие блок от раскачивания во время подъема и обеспечивающие его заводку на место

установки. Для оттяжек используют пеньковый канат диаметром 18-23 мм. Делая пробные подъемы, уточняют положение центра тяжести блока, и в случае необходимости стропы перевязывают.

Далее блок воздуховода поднимают на проектную отметку и подвешивают его к ранее установленным креплениям. Затем проверяют правильность положения блока воздуховода, после чего присоединяют его к ранее смонтированным участкам на инвентарные подмости и леса, их всегда нужно поддерживать на весу лебедкой и канатами до их подвески или укладки на кронштейны. После закрепления воздуховода траверсу, стропы и грузоподъемные устройства снимают.

При монтаже вертикальных металлических воздухопроводов так же, как и при монтаже горизонтальных, размечают места установки креплений и грузоподъемных средств, устанавливают их и доставляют детали воздухопроводов к месту монтажа. Укрупненную сборку воздухопроводов в блоки производят не во всех случаях.

Для соединения воздухопроводов между собой могут использоваться следующие виды соединений:

- фланцевое. Фланцы (плоские детали с отверстиями для болтов и шпилек, чаще всего круглой формы) привариваются к концам воздухопроводов и присоединяются друг к другу крепежами;

- сварное соединение трудозатратно и непрактично, так что используют его крайне редко – только в случае особых требований к герметичности системы вентиляции;

- ниппельное соединение используется, как правило, для труб с круглым сечением. Ниппели (металлические трубки с резьбой на концах) припаивают либо надевают на концы воздухопроводов;

- бандажное соединение применяется в том случае, когда концы воздухопроводов соединяют бандажом – металлическим кольцом, похожим на пальцы. Бандаж затягивают с помощью болтов и гаек.

5.6 Испытание и эксплуатация систем вентиляции

Перед сдачей систем вентиляции в эксплуатацию и после завершения строительно-монтажных работ выполняются пусконаладочные работы.

Пусконаладочные работы включают в себя индивидуальные испытания и комплексное опробование систем вентиляции.

К началу проведения индивидуальных испытаний должны быть завершены общестроительные и отделочные работы по установке вентиляционных камер и шахт, а также монтаж и испытания средств обеспечения (устройства электроснабжения, теплохолодоснабжения, водоснабжения и др.).

Индивидуальные испытания систем вентиляции включают в себя:

- проверку соответствия фактического выполнения монтажа систем исполнительной документации;

- проверка работы вентиляторов при работе в сетях систем вентиляции;
- испытание и регулирование сетей вентиляционных систем с целью достижения в их работе проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, устройствах воздухораспределения, местных отсосах и др.;
- проверка и регулирование сетей вентиляционных систем, подключенных к технологическому оборудованию, проводится комплексно с эксплуатацией данного оборудования.

Испытание и регулирование вентиляционных сетей проводится при одновременной работе приточных и вытяжных систем и включает:

- проверку основных показателей работы систем противодымной вентиляции в соответствии с ГОСТ Р 53300;
- испытание действия вытяжных устройств естественной вентиляции;
- проверка работы увлажнительного оборудования;
- проверка равномерности нагрева (охлаждения) теплообменников;
- определение расхода воздуха и аэродинамического сопротивления устройств для очистки воздуха;
- определение герметичности воздуховодов, если данное требование предусмотрено рабочей документацией или программой выполнения пусконаладочных работ.

По окончании испытаний систем вентиляции, наладочная организация разрабатывает рекомендации по повышению эффективности их работы. Все изменения технических решений исполнительной документации требуется согласовать с автором проекта.

Комплексное опробование вентиляционных систем следует проводить после завершения индивидуальных испытаний, а также по окончании монтажа систем теплоснабжения, автоматизации и других сопутствующих устройств. Комплексное тестирование проводится после устранения недостатков, обнаруженных в отдельных испытаниях.

Комплексное опробование предусматривает:

- проверка работоспособности вентиляционных устройств и оборудования, определение их характеристик и соответствия проектным значениям при совместной эксплуатации инженерных систем здания;
- оценку работоспособности систем вентиляции совместно с системами теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения при проектных режимах работы;
- проверку основных показателей работы систем противодымной вентиляции в соответствии с требованиями СП 73.13330.2016;
- проверка работы защитных устройств, сигнализации и регулирования.

Результаты комплексных испытаний должны быть оформлены в виде соответствующего акта или технического отчета.

Испытания и наладку систем вентиляции следует выполнять в соответствии с [17].

Организация правильной работы вентиляционных систем имеет важное значение для создания санитарно-гигиенических требований и нормальных условий труда в помещениях.

Каждая принятая в эксплуатацию вентиляционная установка должна иметь: 1) технический паспорт; 2) журнал эксплуатации и ремонта; 3) инструкцию по эксплуатации.

На лиц, обслуживающих вентиляционное хозяйство, возлагаются следующие обязанности:

- своевременный пуск, остановка и регулярная чистка вентиляционных установок;

- регулярная регистрация неисправностей и неисправностей вентиляционных установок в журналах эксплуатации;

- проведение текущего мелкого ремонта и поддержание вентиляционного оборудования в порядке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность работы систем отопления и вентиляции имеет большое значение и определяется, в первую очередь, надежностью поддержания в помещениях требуемых параметров микроклимата и чистоты воздуха и эксплуатационными энергетическими затратами.

В данной работе были запроектированы системы отопления и вентиляции в здании школы, выполнены расчеты потерь тепла через ограждающие конструкции, теплопоступления в помещения от различных источников, были определены необходимые воздухообмены в помещениях, произведены гидравлический расчет системы отопления и аэродинамический систем вентиляции, подобрано оборудование, а также описаны технологии возведения данных систем.

Для повышения экономии тепловой энергии, поддержания микроклимата в помещениях и стабильного функционирования систем используется комплекс автоматики, благодаря которому есть возможность значительно упростить эксплуатацию и регулирование систем отопления и вентиляции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 131.133330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 01.01.2013 – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 109 с.
- 2 СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 76 с.
- 3 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
- 4 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 0.07.2013. – Москва: ФГУ ЦПП, 2012. – 14 с.
- 5 Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е.Г. Малявина. – Москва: Стройиздат, 1992. – 416 с.
- 6 Рекомендации по применению стальных панельных радиаторов «PRADO» (редакция 6.0). – Ижевск, 2020. – 61 с.
- 7 Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч.1 Отопление / В.Н. Богословский [и др.] – Москва: Стройиздат, 1990. – 344 с.
- 8 Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. В трех частях. Часть 1. Отопление / Под редакцией И.Г. Староверов и Ю.И. Шиллер – Москва: Стройиздат, 1990. – 345 с.
- 9 Титов В.П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов / В.П. Титов, Э.В. Сазонов [и др.] – Москва: Стройиздат, 1985. – 502 с.
- 10 Каталог Danfoss «Балансировочные клапаны» – 2016.
- 11 Каталог Danfoss «Радиаторные терморегуляторы и трубопроводная арматура для систем водяного отопления» – 2019.
- 12 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (с изменениями на 15 марта 2010 года). – введ. 15.06.2003. – Москва: ГГСВ РФ, 2010. – 26 с.
- 13 СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2). – Введ.09.01.2014. – Москва: Минрегион России, 2014. – 71 с.
- 14 Р НП «АВОК» 7.3-2007 Рекомендации АВОК. Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания, 2010. – 40 с.
- 15 АЗ-804 Руководство по расчету воздухопроводов из унифицированных деталей. – Москва: ГПИ Проектпромовентиляция, 179. – 206 с.
- 16 Каталог NED «Климатическое оборудование», 2019. – 468 с.
- 17 Р НОСТРОЙ 2.15.3-2011 Рекомендации по испытанию и наладке систем вентиляции и кондиционирования воздуха – Москва: БСТ, – 2012. – 177 с.

18 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ.22.12.2014. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Автоматические балансировочные клапаны серии ASV – регуляторы постоянства перепада давлений, предназначенные для гидравлической балансировки трубопроводных систем тепло- и холодоснабжения при переменных расходах проходящей через них среды в диапазоне от 0 до 100%. С использованием регуляторов ASV отпадает необходимость в сложной и продолжительной гидравлической наладке систем. Динамическая балансировка системы во всех режимах ее работы позволяет повысить комфорт в обслуживаемых помещениях и оптимизировать энергопотребление системы.

Балансировочные клапаны серии ASV могут выполнять несколько функций:

- поддерживать постоянный перепад давлений;
- ограничивать расход;
- перекрывать трубопровод;
- сливать из него тепло- или холодоноситель;
- обеспечивать процесс измерения расхода, перепада давлений и температуры с помощью специальных приборов.

Постоянный перепад давлений = требуемый расход в любой момент. Совместное применение регуляторов перепада давлений ASV и клапанов радиаторных терморегуляторов с устройством монтажной настройки в системе отопления либо регулирующих клапанов в сочетании с ручными балансировочными клапанами в обвязках вентиляционных установок обеспечивает ограничение расхода тепло- или холодоносителя через теплоиспользующие аппараты (отопительные приборы, калориферы и др.) в пределах расчетных величин. Такое ограничение расхода исключает недостаточное поступление энергоносителя к удаленным потребителям и его перерасход у ближайших, а также позволяет оптимизировать работу циркуляционных насосов.

Автоматические балансировочные клапаны ASV-PV $D_y=15-50$ мм применяются совместно с запорным клапаном ASV-M. Клапаны ASV-PV имеют синюю рукоятку и устанавливаются на обратном трубопроводе (стояке) системы, а клапаны ASV-M снабжены красной рукояткой и должны устанавливаться на подающем трубопроводе.



Автоматический балансирующий клапан ASV-PV
в комплекте с импульсной трубкой длиной 1,5 м (G 1/16 A) и дренажным краном (G 3/4 A)

Эскиз	D _y , мм	Пропускная способность K _v , м ³ /ч	Присоединение		Настройка ΔP, бар	Кодовый номер		
			Внутренняя резьба ISO 7/1	R _p				
	15	1,6			Внутренняя резьба ISO 7/1	R _p 1/2	0,05–0,25	003L7601
	20	2,5	R _p 3/4	003L7602				
	25	4,0	R _p 1	003L7603				
	32	6,3	R _p 1 1/4	003L7604				
	40	10,0	R _p 1 1/2	003L7605				
	15	1,6	R _p 1/2	0,20–0,60		003L7711		
	20	2,5	R _p 3/4			003L7712		
	25	4,0	R _p 1			003L7713		
	32	6,3	R _p 1 1/4			003L7714		
	40	10,0	R _p 1 1/2			003L7715		
	32	6,3	R _p 1 1/4	0,35–0,75		003L7616		
	40	10,0	R _p 1 1/2			003L7617		
		15	1,6	Наружная резьба ISO 228/1		G 3/4 A	0,05–0,25	003L7606
		20	2,5			G 1 A		003L7607
25		4,0	G 1 1/4 A		003L7608			
32		6,3	G 1 1/2 A		003L7609			
40		10,0	G 1 3/4 A		003L7610			

Технические характеристики

Наименование	ASV-PV/P/I/M		ASV-BD
	Условный проход D _y , мм	15–40	50–100
Условное давление P _y , бар	16		20
Испытательное давление P _{исп} , бар	25		30
Рекомендуемый перепад давлений на клапане ΔP _{бк} , бар	0,1–1,5 (10–150 кПа) ¹⁾	0,1–2,5 (10–250 кПа) ¹⁾	До 2,5 (до 250 кПа)
Температура среды T, °C	–20 ... +120	–10 ... +120	–20 ... +120

Материал, контактирующий с водой

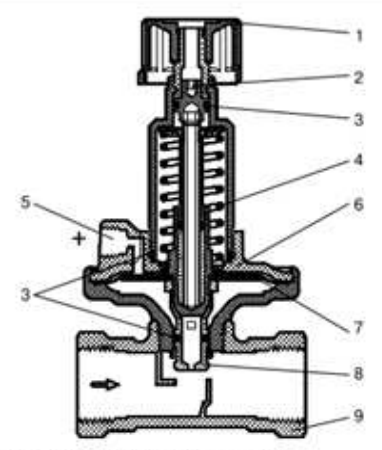
Компонент	ASV-PV/P/I/M	ASV-BD
Корпус клапана	Латунь	Чугун GG 25
Конус клапана (ASV-PV/P)	DZR-латунь	Нержавеющая сталь
Запорный шар	—	Хромированная латунь
Мембрана и уплотнения	EPDM	
Пружина	Нержавеющая сталь	—

¹⁾ Предельно рекомендуемый перепад давлений не только для расчетной (100%), но и для частичной нагрузки системы тепло- или холодоснабжения.

Устройство

Устройство клапана ASV-PV
D_y = 15–40, 50 мм:

- 1 — рукоятка;
- 2 — шпindel настройки перепада давлений;
- 3 — кольцевые уплотнения;
- 4 — настроечная пружина;
- 5 — штуцер для импульсной трубки;
- 6 — диафрагменный элемент;
- 7 — регулирующая диафрагма;
- 8 — разгруженный по давлению конус клапана;
- 9 — корпус клапана;
- 10 — седло клапана.



Кол-во оборотов шпинделя	ASV-PV D _y = 15–50 мм, бар			
	0,05–0,25	0,2–0,6	0,35–0,75	0,6–1,0
0	0,25	0,60	0,75	1,00
1	0,24	0,58	0,73	0,98
2	0,23	0,56	0,71	0,96
3	0,22	0,57	0,69	0,94
4	0,21	0,52	0,67	0,92
5	0,20	0,50	0,65	0,90
6	0,19	0,48	0,63	0,88
7	0,18	0,46	0,61	0,86
8	0,17	0,44	0,59	0,84
9	0,16	0,42	0,57	0,82
10	0,15	0,40	0,55	0,80
11	0,14	0,38	0,53	0,78
12	0,13	0,36	0,51	0,76
13	0,12	0,34	0,49	0,74
14	0,11	0,32	0,47	0,72
15	0,10	0,30	0,45	0,70
16	0,09	0,28	0,43	0,68
17	0,08	0,26	0,41	0,66
18	0,07	0,24	0,39	0,64
19	0,06	0,22	0,37	0,62
20	0,05	0,20	0,35	0,60

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

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

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

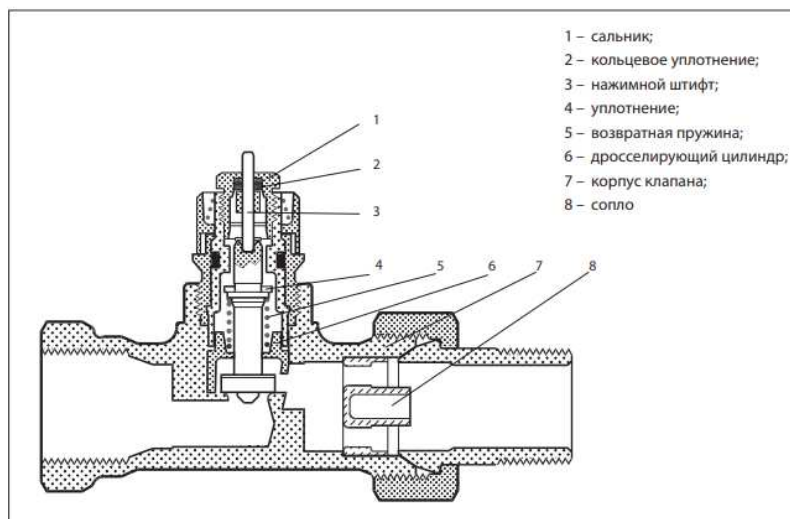
- $K_v = 0,04-0,73 \text{ м}^3/\text{ч}$ – для клапанов DN=15 мм;
- $K_v = 0,10-1,04 \text{ м}^3/\text{ч}$ – для клапанов DN=20 и 25 мм.

Клапаны RTR-N могут сочетаться со всеми термостатическими элементами серий RTR, RTRW и RAX, а также с термоэлектрическим приводом TWA-A. Для идентификации клапанов RTR-N их защитные колпачки окрашены в красный цвет. Защитный колпачок не должен использоваться для перекрытия потока теплоносителя через отопительный прибор. Поэтому следует применять рукоятку. Корпуса клапанов изготовлены из чистой латуни с никелевым покрытием (RTR-N).

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



Радиаторный терморегулятор состоит из двух частей: универсального термостатического элемента серии RTR и регулирующего клапана с предварительной настройкой RTR-N.

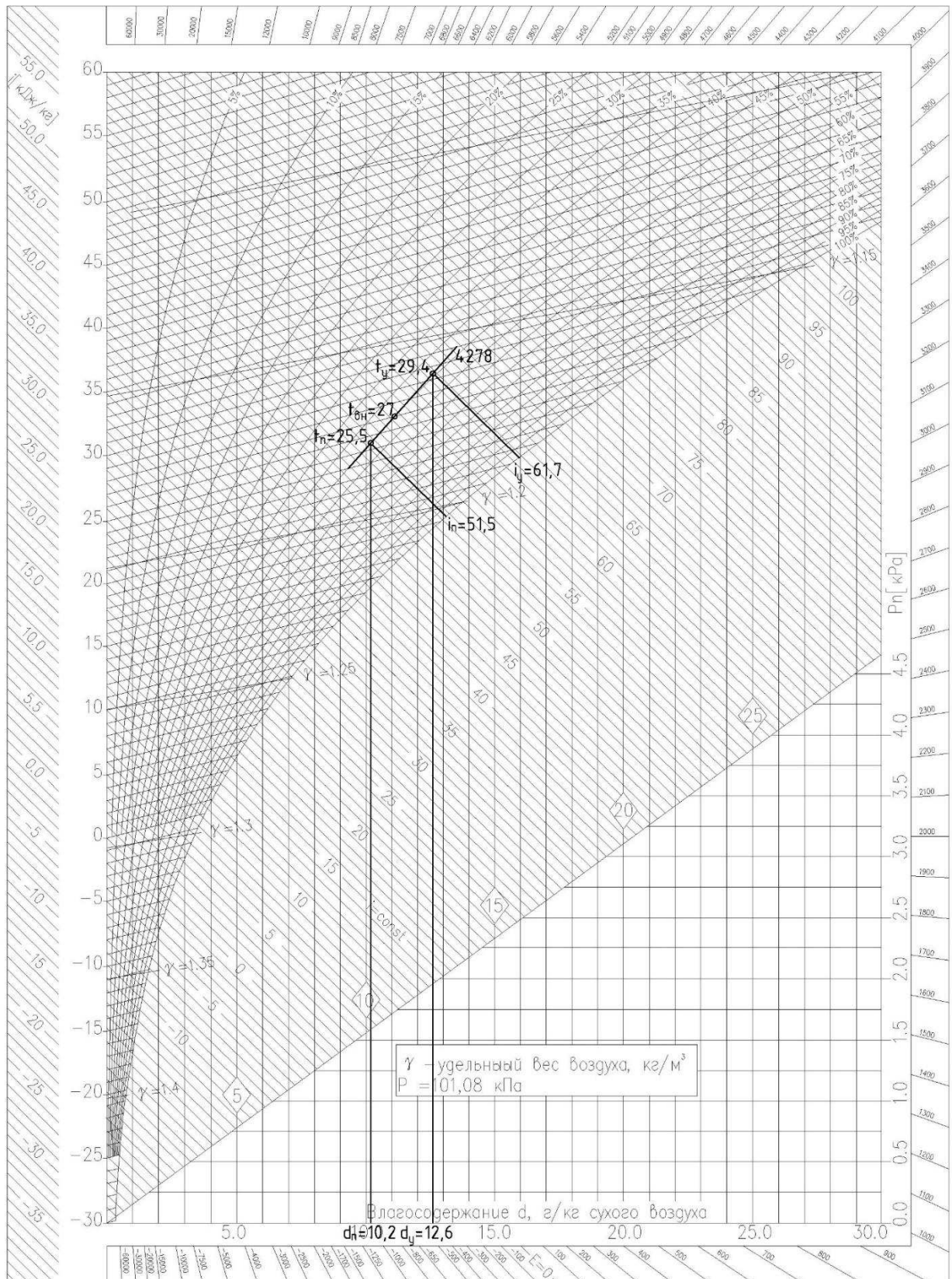


Номенклатура и кодовые номера для оформления заказа

Клапаны RTR-N и RA-NCX

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность $K_v^{(1)}$, м ³ /ч, при значениях предварительной настройки								Максимальное давление, бар		Перепад давлений ⁽²⁾ , бар	Макс. темп. теплоносителя, °C	Кодовый номер	
		к трубопроводу	наружн. R (к радиатору)	с термoeлементом								без т/э (K_{v2})	рабочее				испытательное
				1	2	3	4	5	6	7	N						
RTR-N 15 (с внутр. резьбой)	Угловой вертикальный	½	½	0,04 (0,04)	0,09 (0,09)	0,16 (0,16)	0,25 (0,24)	0,36 (0,31)	0,43 (0,37)	0,52 (0,42)	0,73 (0,53)	0,9	10	16	0,6	120	013G7013
	Прямой	½	½														013G7014
	Угловой горизонтальный (UK)	½	½														013G7048
	Угловой трехосевой (правое исполнение)	½	½														013G7021
	Угловой трехосевой (левое исполнение)	½	½														013G7022
RTR-N 20 (с внутр. резьбой)	Угловой вертикальный	¾	¾	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40	013G7015				
	Прямой	¾	¾	0,16	0,20	0,25	0,35	0,47	0,60	0,73	0,80	1,00	013G7016				
	Угловой горизонтальный (UK)	¾	¾	0,16	0,20	0,25	0,35	0,47	0,60	0,73	0,80	1,00	013G7049				
RTR-N 25 (с внутр. резьбой)	Угловой вертикальный	1	1	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40	013G7017				
	Прямой	1	1	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40	013G7018				

ПРИЛОЖЕНИЕ В



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Тепловая завеса КЭВ-6П2222Е в Санкт-Петербурге



Описание

Тепловая завеса Оптима для проемов высотой от 2 до 2,5 м. Верхнее всасывание воздуха, обеспечивает чистоту передней панели.

Комплектация

Воздушно-тепловая завеса Оптима, пульт управления HL10, паспорт.

Характеристики

Оборудование

Длина завесы	1.5
Тепловая мощность (кВт)	6
Тип завесы	Офисная
Серия	200 Оптима
Степень защиты	IP20
Источник тепла	электрический
Параметры питающей сети, В/Гц	220/50 (380/50)
Режимы мощности, кВт	0-3-6
Расход воздуха, м3/час	1100-1350-1600
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	7
Эффективная длина струи, м	2.5
Длина, мм	1525
Ширина, мм	215
Высота, мм	220
Масса, кг	17
Цвет	белый RAL 9003
Максимальный ток при номинальном напряжении, А	29.6 (15.2)
Потребляемая мощность двигателя, Вт	200
Звуковое давление на расстоянии 5 м, дБ (А)	53
Длина упаковки, м	1.575
Ширина упаковки, м	0.315
Высота упаковки, м	0.289
Вес упаковки, кг	21.7
Способ установки при монтаже	горизонтально и вертикально
Декларация о соответствии ТС	ТС № RU Д-РУ.АУ04.В.26270
Страна производства	Россия, Санкт-Петербург
Гарантия, мес	24

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Тепловая завеса КЭВ-6П3232Е в Санкт-Петербурге



Описание

Тепловая завеса Оптима для проемов высотой от 2 до 3,5 м. Верхнее всасывание воздуха, обеспечивает чистоту передней панели.

Комплектация

Воздушно-тепловая завеса Оптима, пульт управления HL10, паспорт.

Характеристики

Оборудование

Длина завесы	1
Тепловая мощность (кВт)	6
Тип завесы	Офисная
Серия	300 Оптима
Степень защиты	IP20
Источник тепла	электрический
Параметры питающей сети, В/Гц	220/50 (380/50)
Режимы мощности, кВт	0-4-6
Расход воздуха, м3/час	1000-1200-1400
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	8.2
Эффективная длина струи, м	3.5
Длина, мм	1035
Ширина, мм	235
Высота, мм	235
Масса, кг	12
Цвет	белый RAL 9003
Максимальный ток при номинальном напряжении, А	29.3(10.2)
Потребляемая мощность двигателя, Вт	120
Звуковое давление на расстоянии 5 м, дБ (А)	53
Длина упаковки, м	1.110
Ширина упаковки, м	0.250
Высота упаковки, м	0.284
Вес упаковки, кг	14.5
Способ установки при монтаже	горизонтально и вертикально
Декларация о соответствии ТС	ТС № RU Д-РУ.АУ04.В.26270
Страна производства	Россия, Санкт-Петербург
Гарантия, мес	24

Основные показатели по чертежам отопления и вентиляции

Наименование здания (сооружения), помещения	Объём, м ³	Температура t _в , °С	Расход теплоты, Вт				Расход холода, Вт	Установленная мощность электро-двигателей, кВт
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	общий		
Минусинская СОШ (блок А)	19167	-40	98610	396236	-	494846	-	115

Ведомость чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1,2	Общие данные.	
3	Отопление. План подвала. Вентиляция. Фрагмент подвала.	
4	Отопление. План 1-го этажа.	
5	Отопление. План 2-го этажа.	
6	Вентиляция. План 1-го этажа.	
7	Вентиляция. План 2-го этажа.	
8	Вентиляция. План чердака.	
9	Схема системы отопления №1.	
10	Схемы систем ПЕ1, П1-П3, ПВ1, ПВ2.	
11	Схемы систем ВЕ1, ВЕ2, В1-В12.	
12	Схемы систем ВЕ3-ВЕ16.	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы	
Autodesk	Программа для разработки рабочих чертежей	
Nevafom	Каталог внутренних вентиляционных решеток (РВ)	
Danfoss	Каталог оборудования трубопроводной арматуры	
Danfoss	Каталог балансировочных клапанов	
NED	Каталог климатического оборудования	
Тепломаш	Онлайн-программа подбора тепловых завес	
Серия 5.904-51	Зонты и дефлекторы вентиляционных систем	
	Прилагаемые документы	
Приложение 1	Пояснительная записка	

Исходными данными для разработки проекта являются:

- район строительства;
- характеристика объекта строительства;
- архитектурно-строительные чертежи объекта;
- теплоноситель.

Расчетные параметры наружного воздуха приняты в соответствии с СП131.13330.2012 "Строительная климатология" и составляют для расчета систем отопления:

- температура воздуха в холодный период года: -40°С;
- средняя температура отопительного периода: -7.9°С;
- продолжительность отопительного периода: 221 сут.

Для расчета систем вентиляции:

- температура воздуха в холодный период года: -40°С;
- температура воздуха в летний период года: 25°С.

Потребителями тепловой энергии являются:

- контуры систем отопления;
- контур системы теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок;
- ГВС.

Подключение потребителей тепловой энергии предусматривается в тепловом пункте.

Тепловой пункт.

Источником теплоснабжения школы служат тепловые сети. Ввод теплосети - в помещение индивидуального теплового узла отм. -3.450 в осях В/10 и И-К. В месте ввода тепловой сети осуществляется учет тепловой энергии.

Теплоносителем служит вода с параметрами:

- подающий трубопровод: T=90°С;
- обратный трубопровод: T=70°С;

(давление в точке подключения, в тепловой камере 3,7 /2,1 кгс/см²).

На основании технических условий на теплоснабжение присоединения к тепловым сетям:

- отопление, вентиляция - по независимой схеме.

Расчетные параметры теплоносителя для внутренних контуров систем приняты:

- для систем отопления - горячая вода с параметрами 90-70°С;
- для систем теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок - 30% раствор этиленгликоля с параметрами 90-70°С.

В полу теплового пункта для случайных проливов предусмотрен водосборный приямок. Откачка воды из приямка выполняется ручным насосом в ближайший канализационный раструб через резиновый шланг.

Отопление.

Для поддержания требуемых параметров внутреннего воздуха в холодный период года в школе принято устройство двухтрубной системы отопления, с нижней разводкой трубопроводов. Внутренние температуры воздуха в помещениях приняты по соответствующим нормам и правилам и указаны в таблице кратностей.

В качестве нагревательных приборов используются стальные панельные радиаторы "Prado" высотой 500 мм. Для регулирования теплоотдачи и гидравлической уязвки приборов в системах отопления используются радиаторные термостаты RTR-N, имеющие предварительную настройку. Для гидравлической уязвки систем на стояках устанавливаются автоматические балансировочные клапаны ASV-PV. В распределительной гребенке для системы 1 устанавливаются автоматические балансировочные клапаны ASV-PV. Удаление воздуха производится через автоматические воздухоотводчики, типа крана Маевского, установленные в высших точках на подводках к приборам.

В помещениях с пребыванием детей, отопительные приборы защищены съёмными деревянными экранами. Для этих приборов, терморегуляторы приняты с выносными датчиками.

Нагревательные приборы в спортзале устанавливаются в строительную нишу. Трубопроводы системы отопления приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75.

Стальные трубопроводы отопления, прокладываемые в подвале, теплоизолируются трубой изоляцией "K-FLEX" δ=19мм. Неизолированные трубопроводы, окрашиваются масляной краской по ГОСТ 25129-82 за 2 раза с предварительной грунтовкой.

Компенсации температурных удлинений трубопроводов предусматривается за счёт углов поворотов трассы (самокомпенсация). Дренаж из систем выполняется через штупцер с шаровым краном и резиновый шланг в ближайшую канализацию.

Радиаторные термостатические клапаны, регулирующая арматура, использованное в данном проекте - оборудование, выпускаемое фирмой "Danfoss".

Вентиляция.

Для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических норм, предъявляемых к микроклимату и воздушной среде общеобразовательных школ, принято устройство приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением.

Температура приточного воздуха, кратность воздухообмена приняты согласно СП 118.13330.2012 "Общественные здания и сооружения".

Воздухообмен для помещений представлен в виде таблицы и принят:

- по нормативной кратности;
- по санитарной норме вытяжки от одного санитарного прибора;
- по объему подаваемого воздуха на 1 человека;
- по разбавлению тепловыделений;
- по местным отсосам.

Количество приточных и вытяжных систем определено исходя из технологического назначения помещений. Самостоятельные приточные системы предусмотрены для учебных помещений и кабинетов, спортивного зала, столовой. Вытяжные самостоятельные системы предусмотрены для ранее перечисленных помещений, а так же и для помещений слесарных мастерских, основного цеха и санузлов.

Приток воздуха осуществляется механическими приточными системами. Вытяжка механическими и естественными системами. Принятое приточно-вытяжное оборудование размещается в помещениях вентиляционных камер и в подшивном потолке. Для экономии тепла, в помещениях обеденного зала столовой и спортивного зала приточно-вытяжные системы выполнены с рекуперацией тепла в пластинчатых рекуператорах.

В функции приточных систем входит фильтрация наружного воздуха и нагрев наружного воздуха в водяных или электрических воздухонагревателях в зимний период года. Приточный и вытяжной воздух в помещениях распределяется по помещениям через регулируемые диффузоры и решетки.

Воздуховоды для систем вентиляции приняты из тонколистовой оцинкованной стали.

Вытяжные воздуховоды, прокладываемые по наружному воздуху, изолируются фольгированным материалом - ISOVER толщиной 30 мм.

Забор воздуха для всех систем приточной вентиляции осуществляется на высоте более 2 м от уровня земли. Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту более 1 м.

Воздушно-тепловые завесы.

Для предотвращения попадания потоков холодного воздуха через основные наружные двери первого этажа помещения загрузочной и тамбура мастерской, проектом предусматривается электрические воздушно-тепловые завесы "Тепломаш", имеющие ступени регулирования мощности.

Защита от шума.

Для снижения уровня шума от работающих установок систем вентиляции предусматривается:

- размещение вентиляционного оборудования в выгороженных помещениях;
- применение вентиляционного оборудования в шумоизолированном корпусе;
- установка канальных шумоглушителей;
- подключение воздуховодов к вентиляторам с помощью гибких вставок;
- ограничение скорости движения воздуха в воздуховодах.

Автоматизация.

Предусматривается автоматическое регулирование систем отопления и вентиляции:

- защита водяных воздухонагревателей от замораживания;
- защита электрических воздухонагревателей от перегрева;
- поддержание параметров воздушной среды в помещениях.

Противопожарные мероприятия.

Для обеспечения противопожарной защиты предусматриваются следующие мероприятия:

- применение негорючих теплоизоляционных материалов;
- применение металлических воздуховодов и трубопроводов;
- применение толщины листовой стали δ=1мм для воздуховодов с огнезащитным покрытием;
- повышение предела огнестойкости транзитных воздуховодов общеобменных систем при помощи комплексной огнезащиты EI30;
- установка огнезадерживающих клапанов с пределом огнестойкости не менее 0.5 часа с электромеханическим приводом при пересечении воздуховодами противопожарных преград;
- закрывание огнезадерживающих клапанов от датчиков пожарной сигнализации;

В качестве тепло-огнезащиты в проекте принято покрытие ROCKWOOL.

Указания по монтажу.

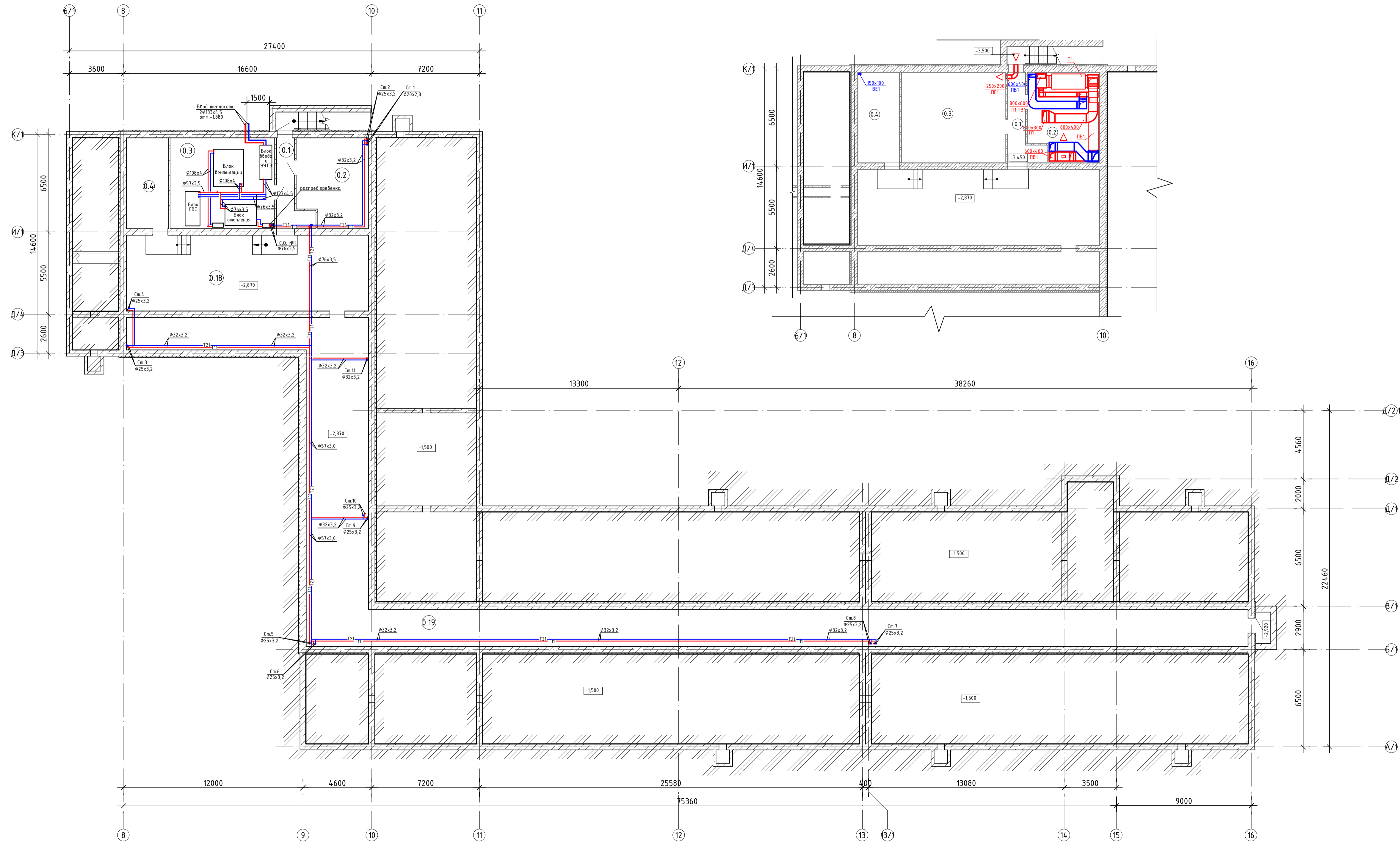
Монтаж систем отопления, вентиляции вести в соответствии со СНиП 3.05-01-85 "Правила производства и приемки работ. Внутренние санитарно-технические системы".

Монтаж систем отопления и теплоснабжения следует производить при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С. После монтажа систем отопления и теплоснабжения провести визуальный осмотр и последующие испытания на герметичность при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 0,6 МПа.

Трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок прокладывать в гильзах. Край гильзы выполнить на уровне стен, перегородок и потолков, но на 20-30 мм выше уровня пола. Зазоры и отверстия в местах прокладки заполнить негорючим материалом-пенной уплотнительной ППУ-1 ТУ 5712-008-14635297-04.

Крепление воздуховодов устанавливать на расстоянии 2 м, исключая попадание на фланцы. Крепление воздуховодов вести на траверсах.

БР 08.03.01.00.05 - 2020 ОВ						
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"						
Инженерно-строительный институт						
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
Выполнил	Первалова				23.6.20	
Проверил	Черкасова				23.6.20	
	Шmidt В.К				23.6.20	
Н.контр.	Шmidt В.К					
Зав. кафедр	Матюшенко					
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск				Стадия	Лист	Листов
				БР	1	12
Общие данные				Кафедра ИСЗиС		



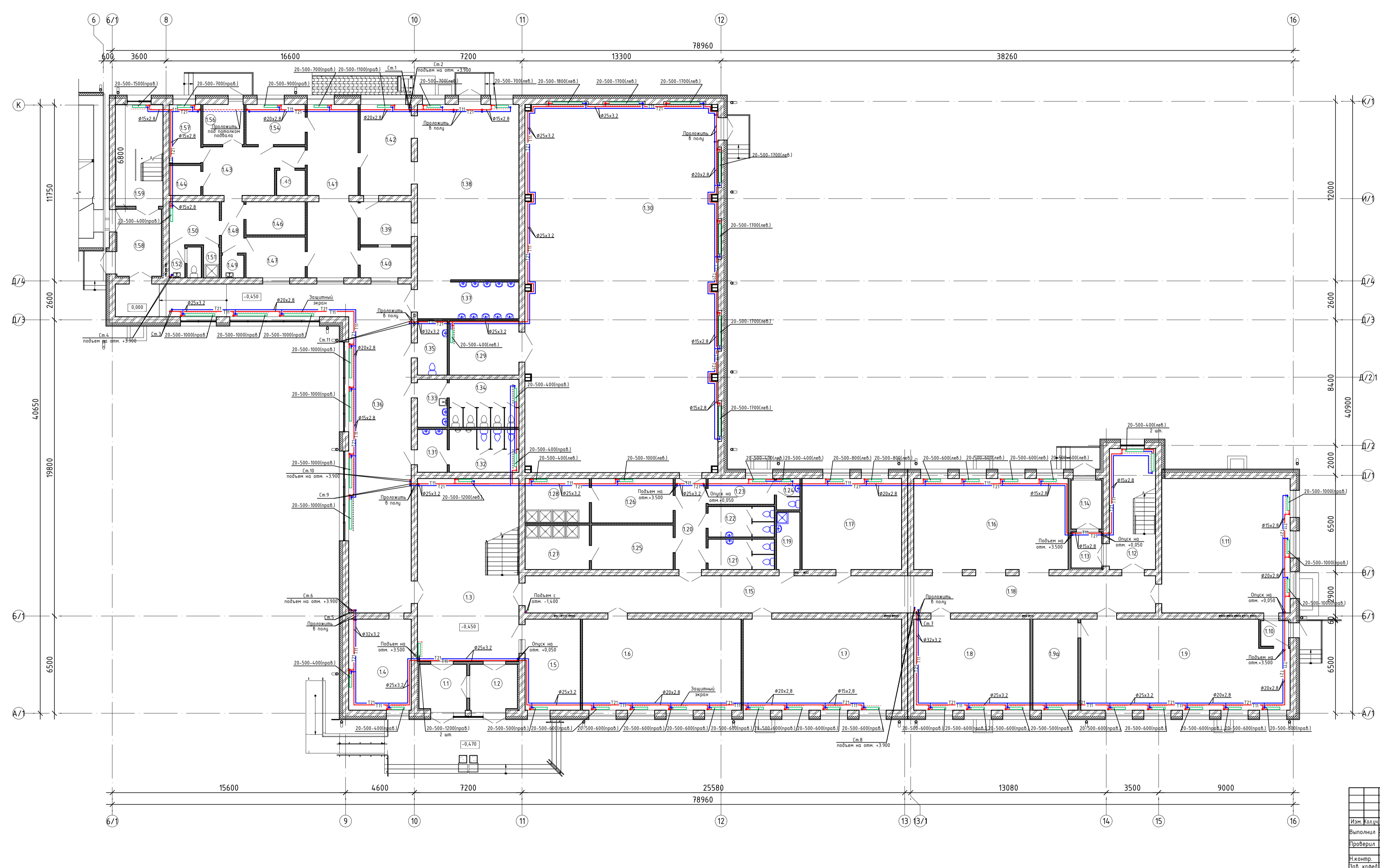
ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Площадь м²	Кол-во помещений
0.1	Коридор	9,0	
0.2	Венткамера	27,3	
0.3	Тепловой пункт/вагомерный узел	42,2	
0.4	Электрощитовая	16,8	
0.18	Теническое помещение	81,8	
0.19	Тех.подполье	225,1	
Общий итог		402,2	

БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Контр.	Лист	№ док.	Подпись
Выполнил	Проверил	Дата	Дата	Дата
Курсовая	Шmidt В.К.	23.08	23.08	23.08
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск				Стр. 3
Отопление. План подвала. Вентиляция. Фрагмент подвала				Лист 12
Кафедра ИСЗиС				

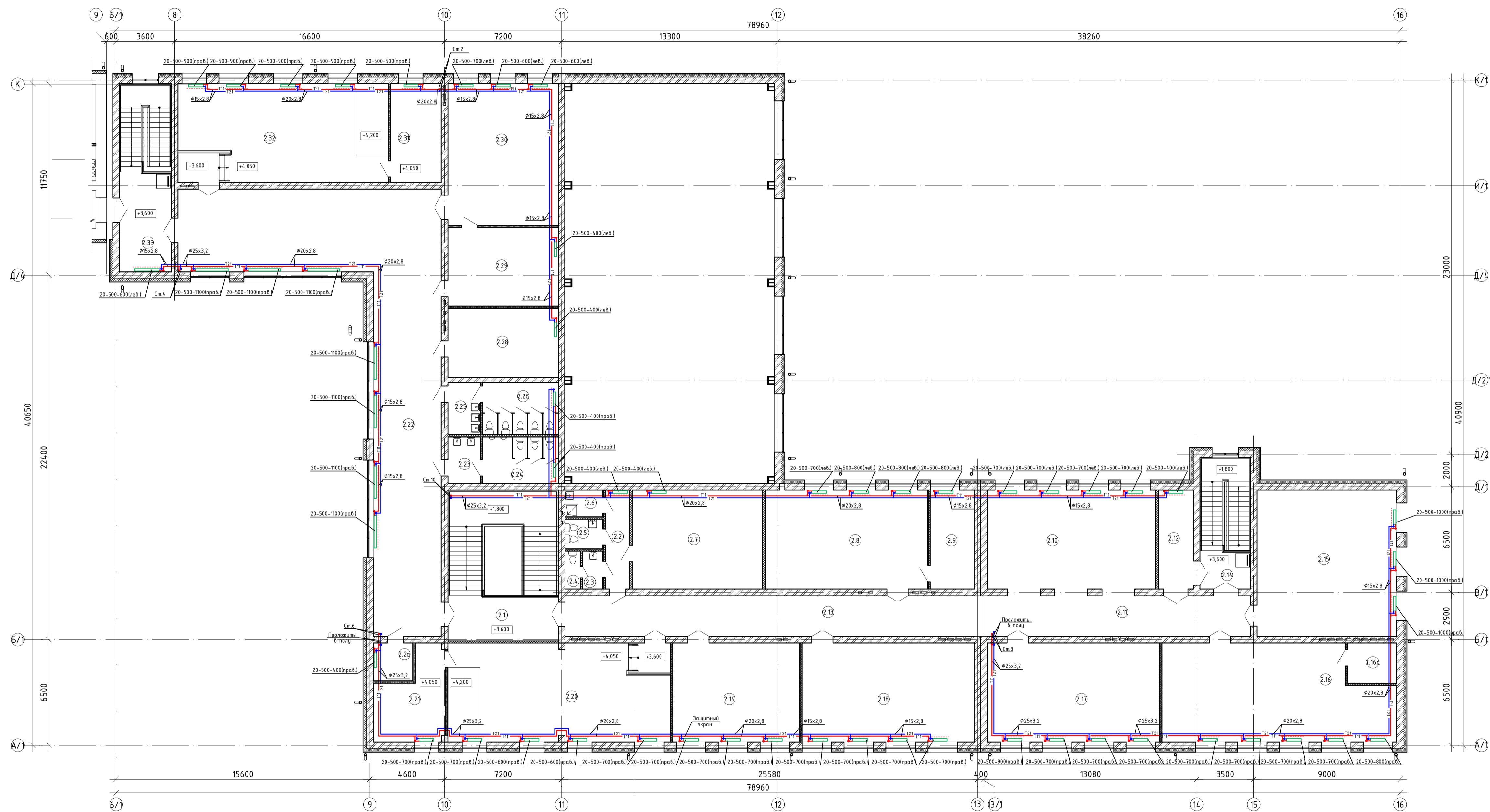
Изм. № 01. 2020. 12.08.2020. 12.08.2020. 12.08.2020.

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ			
Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кол. помещений
Блок А			
1.12	Лестничная клетка	24,89	
1.13	Тамбур	4,91	
1.14	Тамбур	6,67	
1.15	Коридор	62,40	
1.16	Рекреация	62,72	
1.18	Коридор	40,08	
1.36	Коридор	125,88	
1.58	Тамбур	13,34	
1.59	Лестничная клетка	21,62	
	Административно-хозяйственный блок	362,50	
1.17	Учительская	40,40	
	Вспомогательные помещения	40,40	
1.31	Уборная мальчиков	5,65	
1.32	Уборная девочек	13,20	
1.33	Уборная девочек	6,34	
1.34	Уборная девочек	14,77	
1.35	Уборная для МГН	7,17	
	Входная группа		
1.1	Тамбур	9,67	
1.2	Тамбур	9,67	
1.3	Вестибюль	82,83	
1.4	Гардероб	25,41	
1.5	Пост охраны с местом хранения подъемника для МГН	22,37	
	Пищеблок	149,96	
1.37	Зона цембликов	16,78	
1.38	Обеденный зал	79,59	
1.39	Моечная столовой посуды	9,79	
1.40	Моечная кухонной посуды	7,00	
1.41	Основной цех	38,67	
1.42	Раздаточная	20,70	
1.43	Коридор	18,45	
1.44	Помещение для овощей	4,21	
1.45	Кладовая сухих продуктов	3,19	
1.46	Кладовая скоропортящихся продуктов	8,75	
1.47	Мясной цех	10,72	
1.48	Коридор	5,10	
1.49	Кухня	2,24	
1.50	Помещение персонала	9,62	
1.51	Душевая	2,16	
1.52	Уборная	4,41	
1.54	Общайный цех	10,59	
1.56	Тамбур	7,32	
1.57	Кабинет заведующей столовой	8,27	
	Спортивный блок	267,56	
1.19	Помещение хранения уборочного инвентаря	5,98	
1.20	Коридор	12,46	
1.21	Уборная для мальчиков	8,92	
1.22	Уборная для девочек	8,94	
1.23	Тренировочная	7,62	
1.24	Уборная	3,27	
1.25	Раздевальня мальчиков	16,16	
1.26	Раздевальня девочек	16,16	
1.27	Душевая	12,71	
1.28	Душевая	12,71	
1.29	Снарядная	16,83	
1.30	Спортивный зал	317,34	
	Учебный блок. II и III ступень обучения	439,10	
1.6	Кабинет русского языка и литературы	64,45	
1.7	Кабинет математики	64,33	
1.8	Кабинет иностранного языка	47,18	
1.9	Столярная мастерская	80,94	
1.9а	Инструментальная	18,24	
1.10	Тамбур	3,16	
1.11	Слесарная мастерская	77,05	
	Общий этаж	1662,00	



Изм.		Лист		Дата	
Выполнил	Проверил	Инженер	Старший инженер	23.08	23.08
Проверил	Инженер В.К.			23.08	23.08
Исполн.	Инженер В.К.				
Зав. кафедрой	Инженер				

БР 08.03.01.00.05 - 2020 0В
 ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"
 Инженерно-строительный институт
 Отопление и вентиляция здания
 школы (блок А) в г. Минусинск
 План 1-го этажа.
 Кафедра ИСЗиС

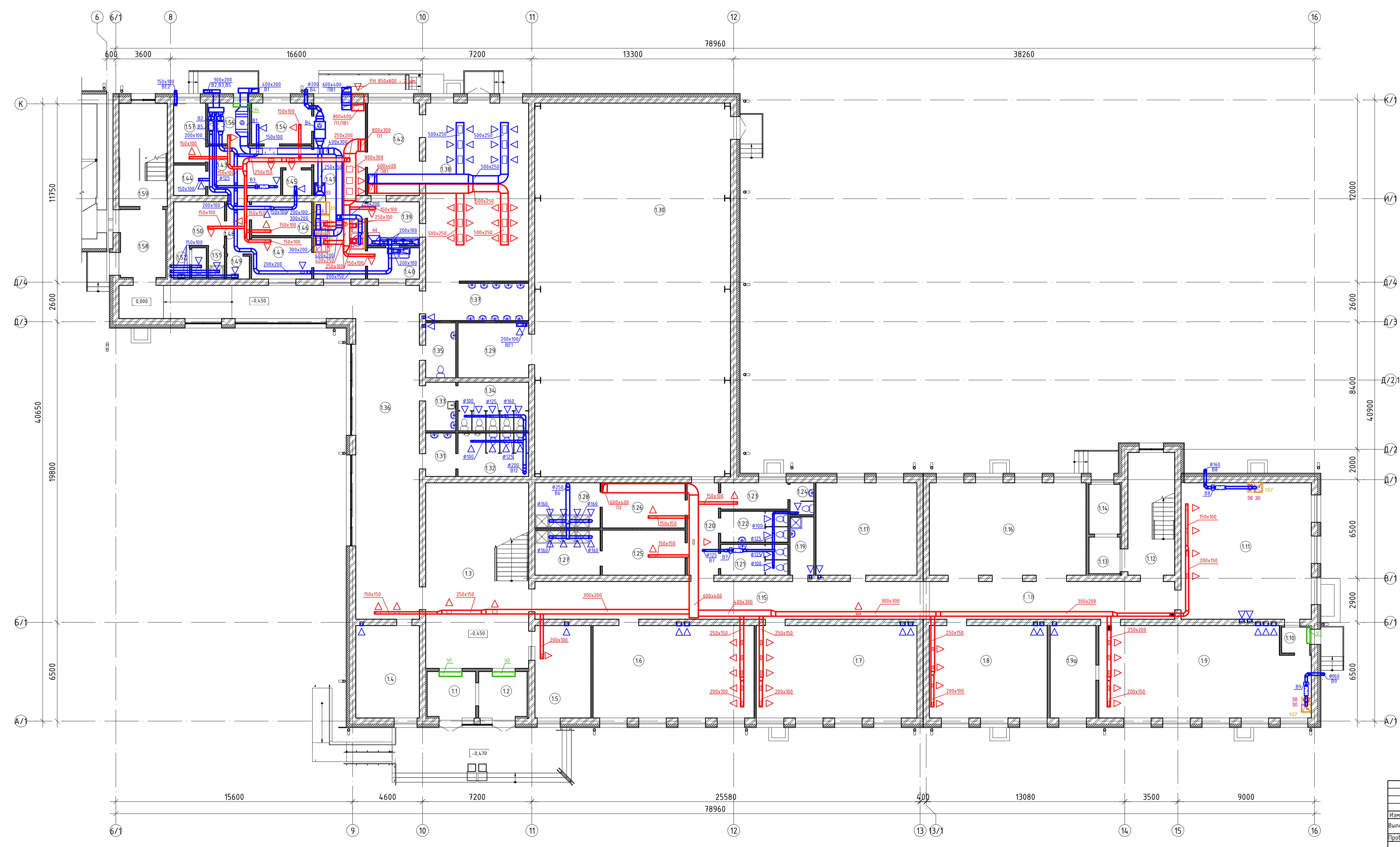


ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

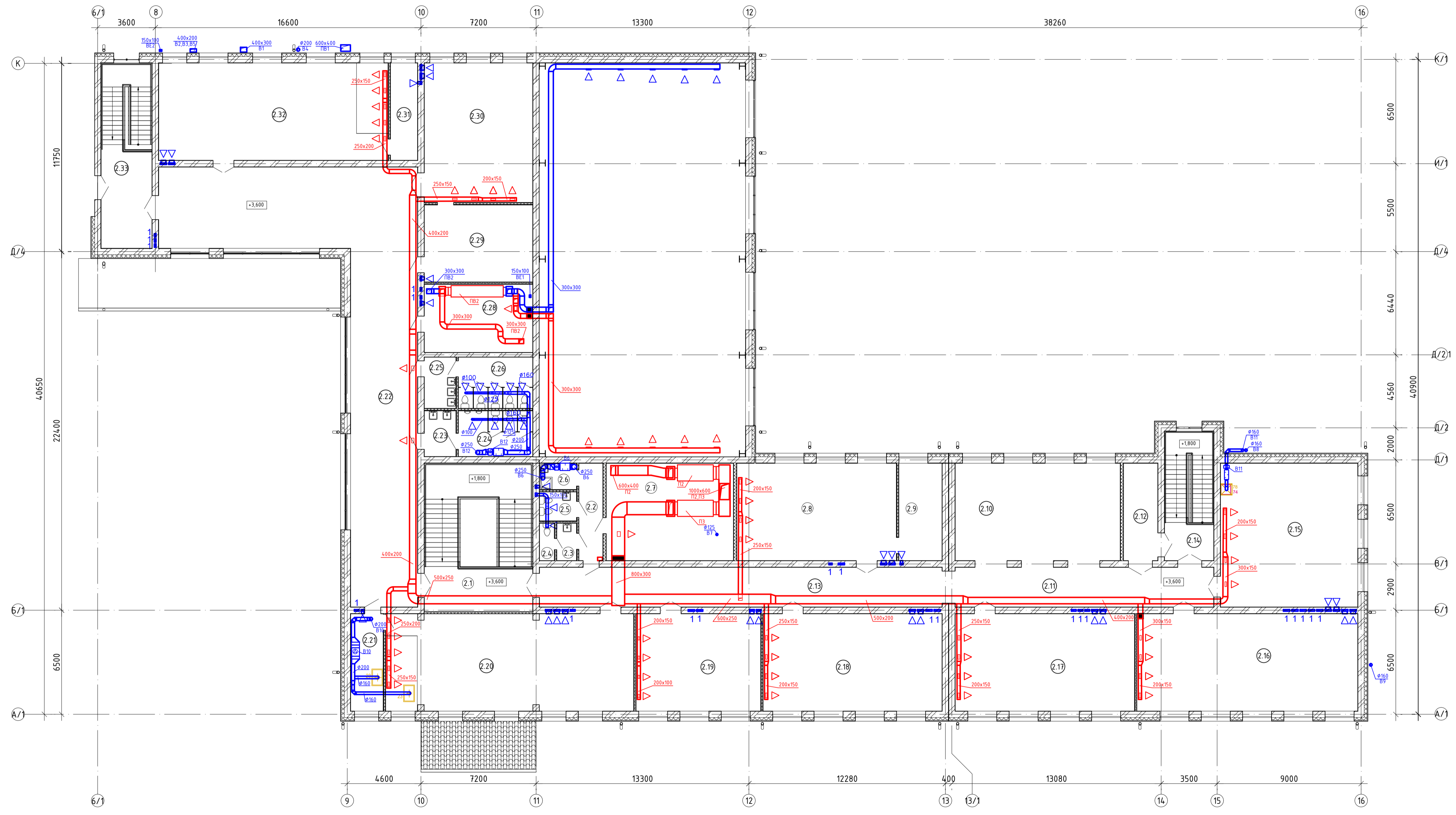
Номер помещения	Наименование	Площадь м2	Кол-во помещений
Блок А			
2.1	Лестничная клетка	64,12	
2.10	Рекреация	62,72	
2.12	Зона безопасности	13,01	
2.14	Лестничная клетка	25,22	
2.22	Рекреация	175,83	
2.33	Лестничная клетка зоны безопасности	37,16	
		378,05	
2.11	Коридор	40,08	
2.13	Коридор	62,40	
		102,47	
Библиотека			
2.29	Книгохранилище	32,65	
2.30	Читальный зал	59,09	
		91,73	
Вспомогательные помещения			
2.2	Коридор	9,12	
2.3	Уборная персонала	2,88	
2.4	Уборная персонала	2,17	
2.5	КЛЖ	4,19	
2.6	ПУИИ	3,80	
2.23	Танбур	5,65	
2.24	Уборная мальчиков	13,28	
2.25	Танбур	6,34	
2.26	Уборная девочек	14,88	
		62,30	
Технические помещения			
2.7	Техническое помещение	48,37	
2.28	Техническое помещение	28,85	
		77,22	
Учебный блок, II и III ступень обучения			
2.8	Кабинет информатики	60,65	
2.9	Лаборантская	16,45	
2.15	Мастерская домоводства	77,05	
2.16	Мастерская кройки и шитья	83,93	
2.17	Кабинет математики	68,13	
2.18	Кабинет русского языка и литературы	68,00	
2.19	Кабинет иностранного языка	47,36	
2.20	Кабинет химии и биологии	93,60	
2.21	Лаборантская	12,37	
2.31	Лаборантская	10,28	
2.32	Кабинет физики	87,19	
		675,01	
	Общий итог	1336,78	

Изм.		Лист		№ док.		Подпись		Дата	
Выполнил	Лариса	23.6.20		Проверил	Шимп В.К.	23.6.20			
БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск Отопление. План 2-го этажа. Кафедра ИСЗиС									

ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ			
Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кол-во помещений
Блок А			
1.12	Лестничная клетка	24,89	
1.13	Тамбур	4,91	
1.14	Тамбур	6,67	
1.15	Коридор	62,40	
1.16	Рекреация	62,72	
1.18	Коридор	40,08	
1.36	Коридор	125,88	
1.58	Тамбур	13,34	
1.59	Лестничная клетка	21,62	
	Административно-хозяйственный блок	362,50	
1.17	Учительская	40,40	
	Вспомогательные помещения	40,40	
1.31	Уборная мальчиков	5,65	
1.32	Уборная девочек	13,20	
1.33	Уборная девочек	6,34	
1.34	Уборная девочек	16,77	
1.35	Уборная для МГН	7,17	
	Входная группа	47,13	
1.1	Тамбур	9,67	
1.2	Тамбур	9,67	
1.3	Вестибюль	82,83	
1.4	Гардероб	25,41	
1.5	Пост охраны с местом хранения подъемника для МГН	22,37	
	Пищеблок	149,96	
1.37	Зона цыфальников	16,78	
1.38	Обеденный зал	79,59	
1.39	Моечная столовой посуды	9,79	
1.40	Моечная кухонной посуды	7,00	
1.41	Основной цех	38,67	
1.42	Раздаточная	20,70	
1.43	Коридор	18,45	
1.44	Помещение для овощей	4,21	
1.45	Кладовая сухих продуктов	3,19	
1.46	Кладовая скоропортящихся продуктов	8,75	
1.47	Мясо-рыбный цех	10,72	
1.48	Коридор	5,10	
1.49	Кухня	2,24	
1.50	Помещение персонала	9,62	
1.51	Душевая	2,16	
1.52	Уборная	4,41	
1.54	Овощной цех	10,59	
1.56	Тамбур	7,32	
1.57	Кабинет заведующей столовой	8,27	
	Спортивный блок	267,56	
1.19	Помещение хранения уборочного инвентаря	5,98	
1.20	Коридор	12,46	
1.21	Уборная для мальчиков	8,92	
1.22	Уборная для девочек	8,94	
1.23	Тренировочная	7,62	
1.24	Уборная	3,27	
1.25	Раздевальня мальчиков	16,16	
1.26	Раздевальня девочек	16,16	
1.27	Душевая	12,71	
1.28	Душевая	12,71	
1.29	Снарядная	16,83	
1.30	Спортивный зал	317,34	
	Учебный блок. II и III ступень обучения	439,10	
1.6	Кабинет русского языка и литературы	64,45	
1.7	Кабинет математики	64,33	
1.8	Кабинет иностранного языка	47,18	
1.9	Столярная мастерская	80,94	
1.9a	Инструментальная	18,24	
1.10	Тамбур	3,16	
1.11	Слесарная мастерская	77,05	
	Общий этаж	355,35	
	Итого	1662,00	



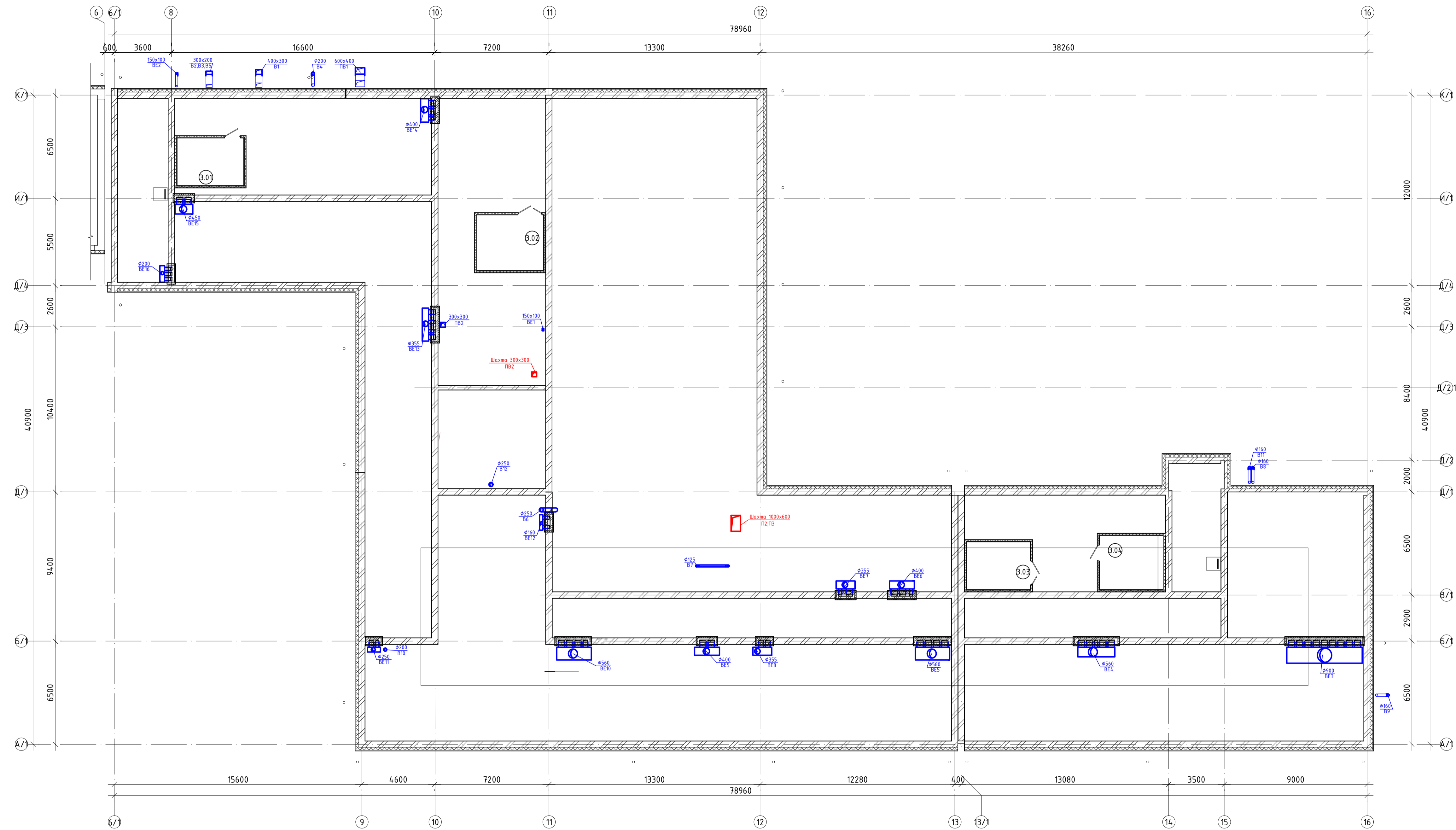
БР 08.03.01.00.05 – 2020 0В				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол-во	Листы	№№	Подпись
Выполнил	Керембетов			23.08
Проверил	Керембетов			23.08
	Щиштин В.К.			23.08
И.контр.	Щиштин В.К.			
Б.контр.	Щиштин В.К.			
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск				БР 6 12
Вентиляция. План 1-го этажа.				Кафедра ИСЗС



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

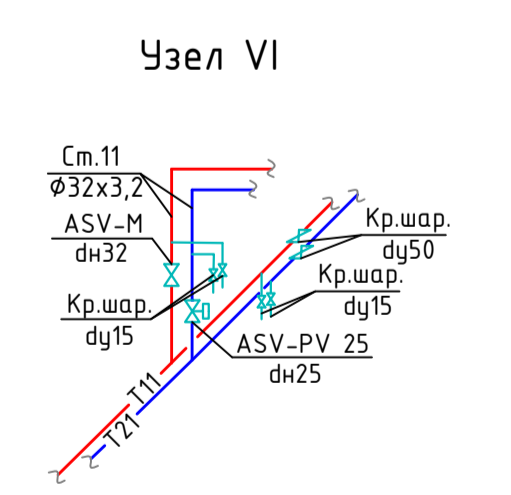
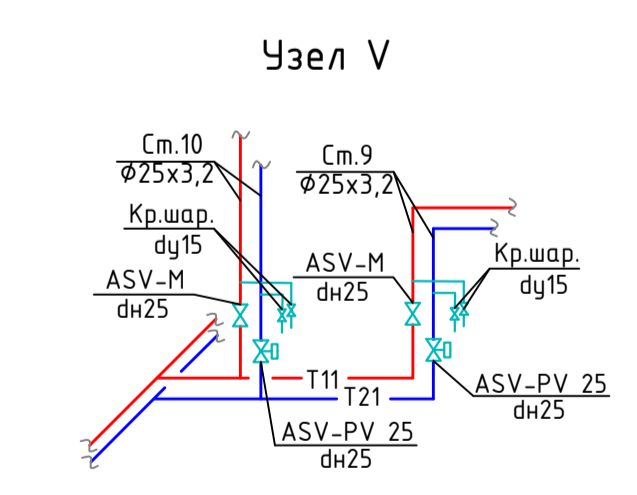
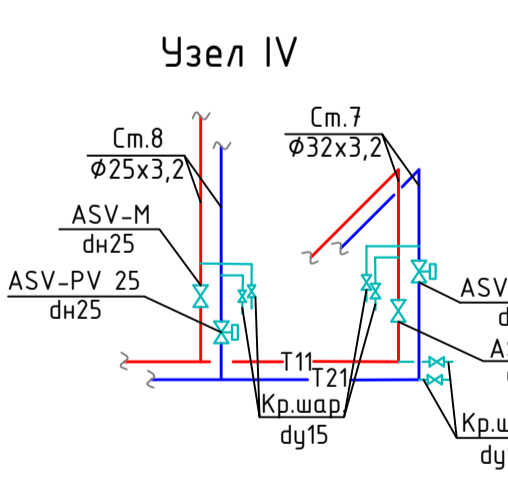
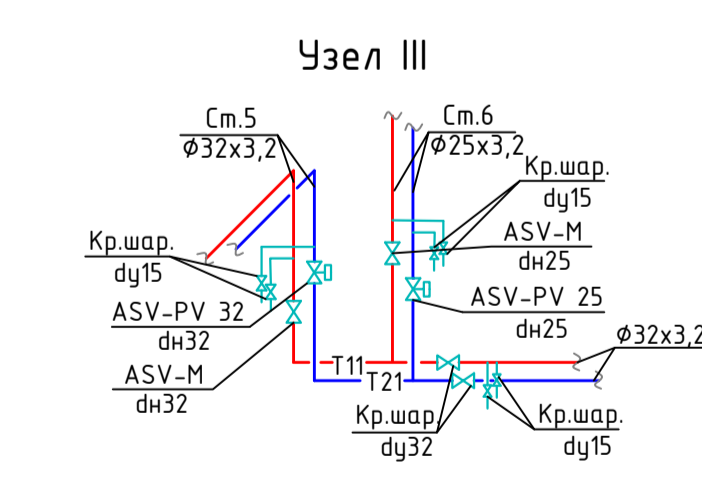
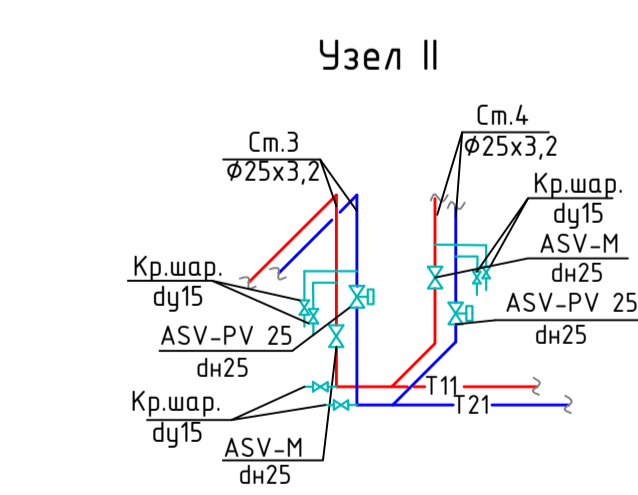
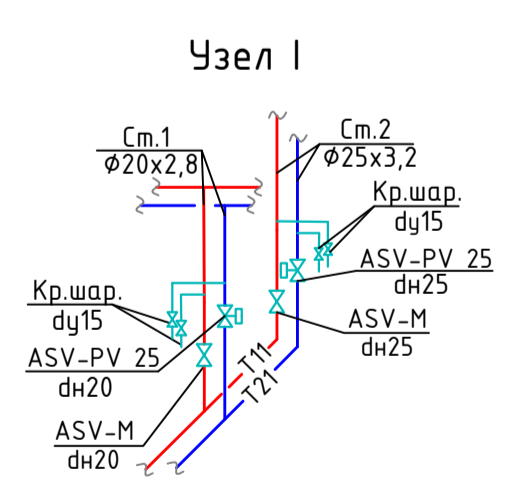
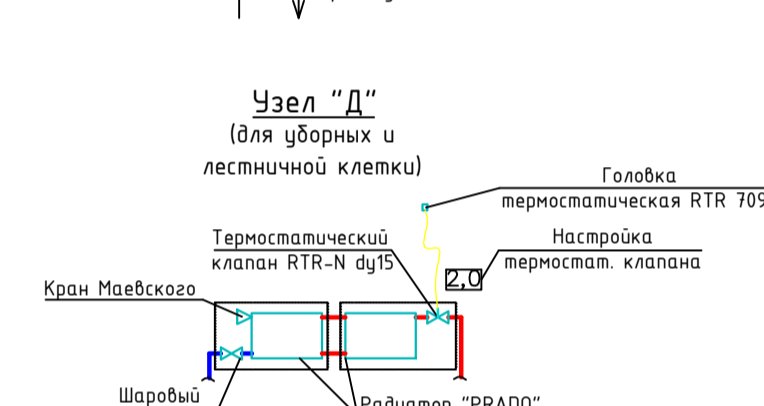
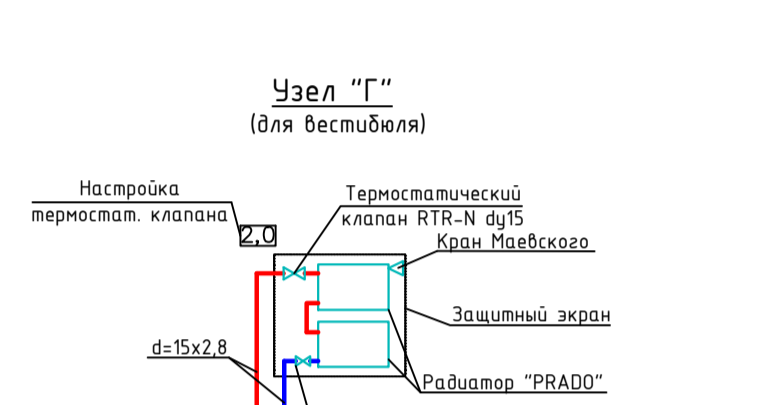
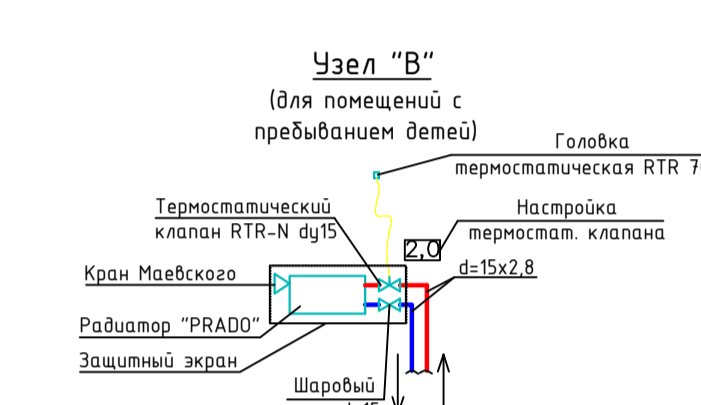
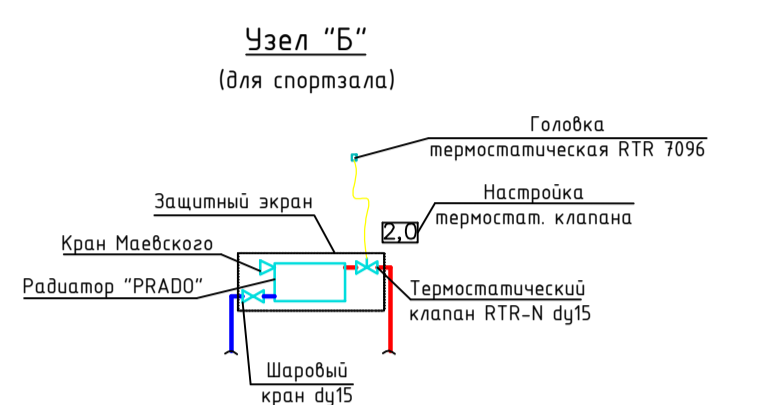
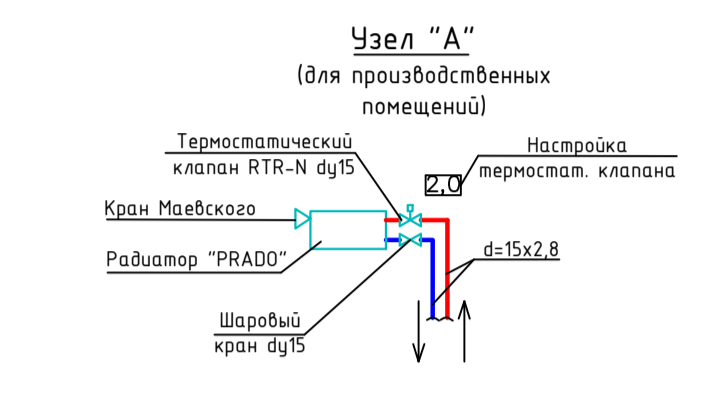
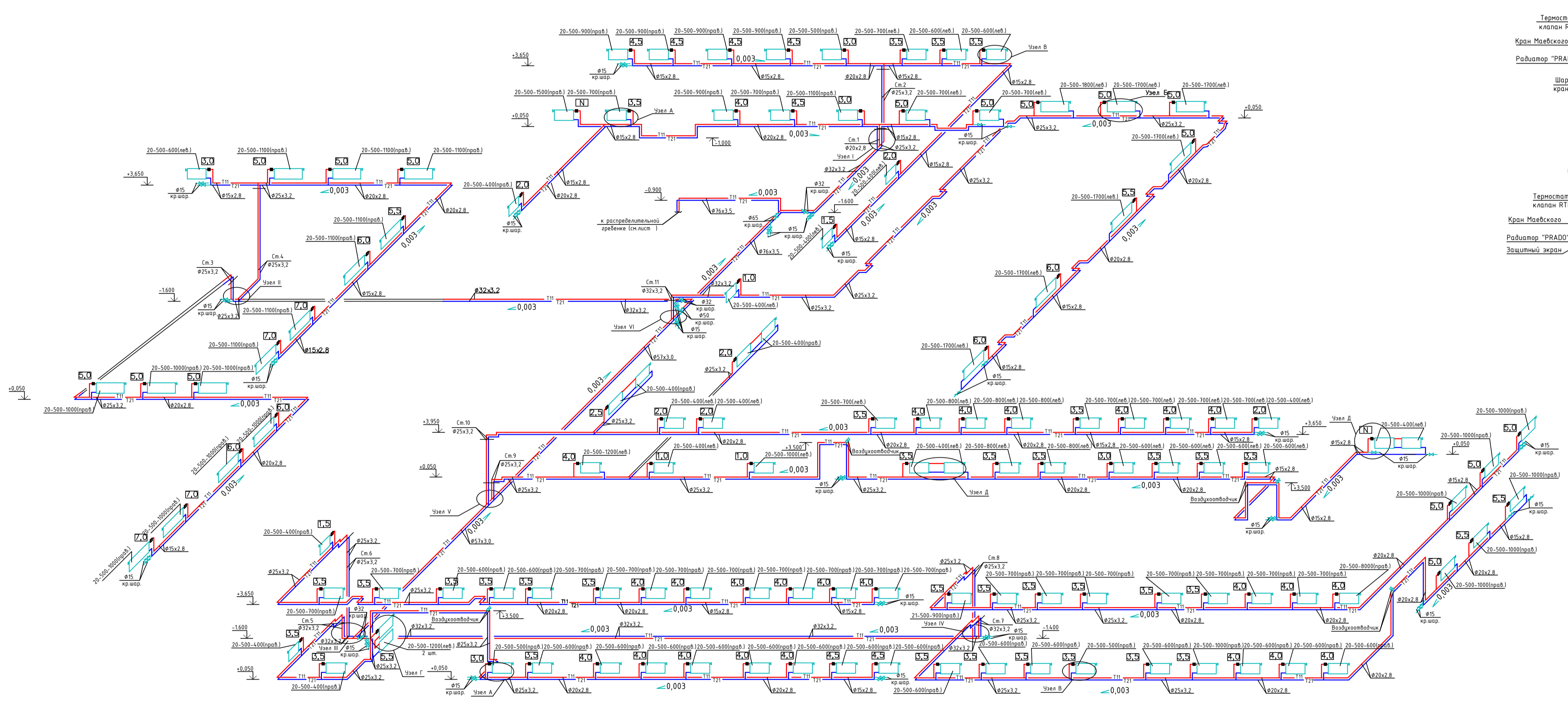
Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²	Кол-во помещений
Блок А			
2.1	Лестничная клетка	64,12	
2.10	Рекреация	62,72	
2.12	Зона безопасности	13,01	
2.14	Лестничная клетка	25,22	
2.22	Рекреация	175,83	
2.33	Лестничная клетка зоны безопасности	37,16	
		378,05	
2.11	Коридор	40,08	
2.13	Коридор	62,40	
		102,47	
Библиотека			
2.29	Книгохранилище	32,65	
2.30	Читальный зал	59,09	
		91,73	
Вспомогательные помещения			
2.2	Коридор	9,12	
2.3	Уборная персонала	2,88	
2.4	Уборная персонала	2,17	
2.5	К/ЛЖ	4,19	
2.6	ПУИИ	3,80	
2.23	Танбур	5,65	
2.24	Уборная мальчиков	13,28	
2.25	Танбур	6,34	
2.26	Уборная девочек	14,88	
		62,30	
Технические помещения			
2.7	Техническое помещение	48,37	
2.28	Техническое помещение	28,85	
		77,22	
Учебный блок, II и III ступень обучения			
2.8	Кабинет информатики	60,65	
2.9	Лаборантская	16,45	
2.15	Мастерская домоводства	77,05	
2.16	Мастерская кройки и шитья	83,93	
2.17	Кабинет математики	68,13	
2.18	Кабинет русского языка и литературы	68,00	
2.19	Кабинет иностранного языка	47,36	
2.20	Кабинет химии и биологии	93,60	
2.21	Лаборантская	12,37	
2.31	Лаборантская	10,28	
2.32	Кабинет физики	87,19	
		675,01	
	Общий итог	1336,78	

БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Листы	№№	Добавлено	Дата
Выполнил	Керварава	23.6.20			
Проверил	Керварава	23.6.20			
Проектировщик	Шиндт В.К.	23.6.20			
И.контр.	Шиндт В.К.				
Б.контр.	Полышина				
Отопление и вентиляция здания школы (Блок А) в г. Минусинск					Страница 7
Вентиляция. План 2-го этажа.					Лист 12
					Кафедра ИСЗиС



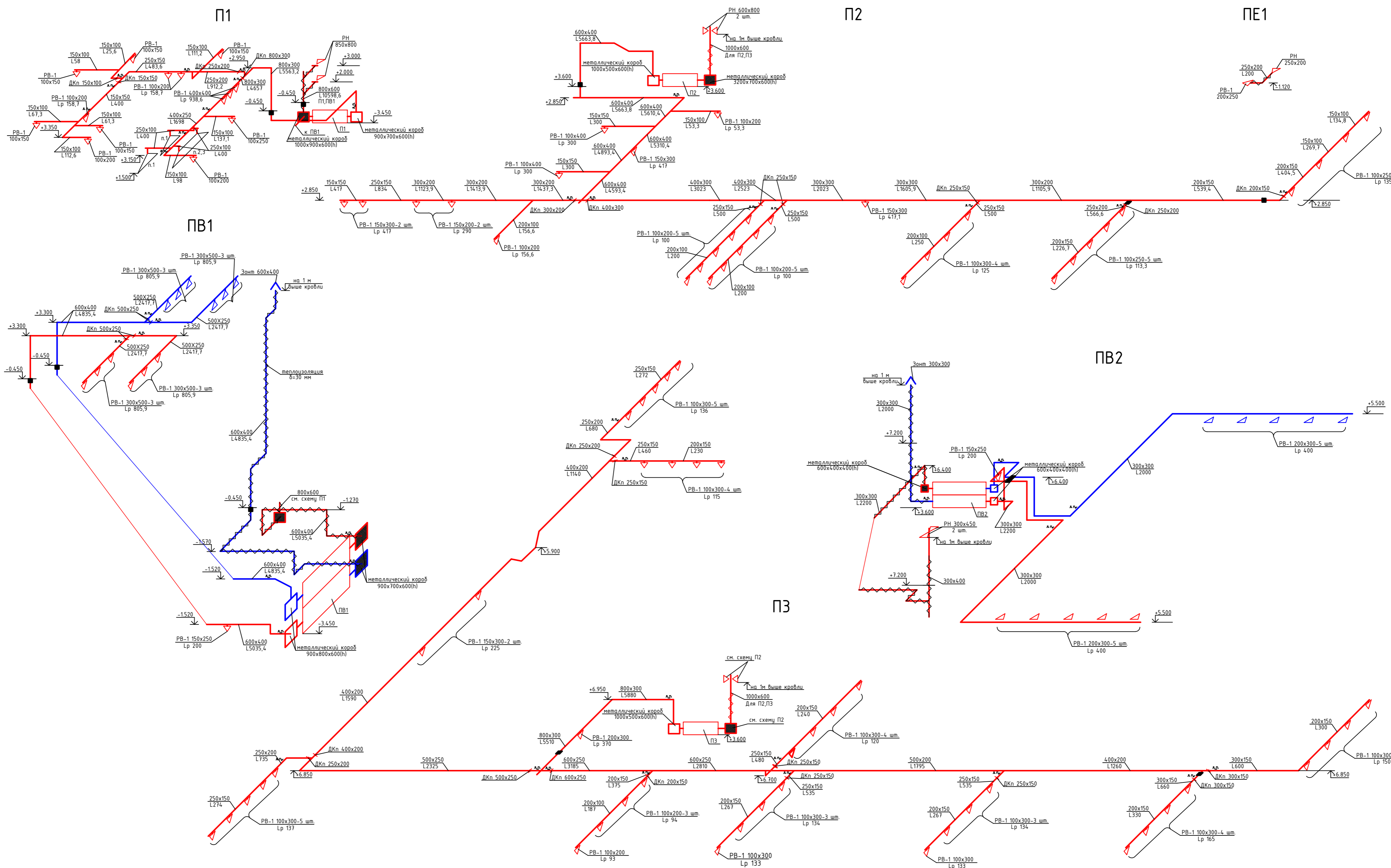
БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Выполнил	Курочкина	23.6.20			
Проверил	Щиштин В.К.	23.6.20			
И.контр.	Щиштин В.К.				
Б.контр.	Щиштин В.К.				
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск				Блок	Лист
Вентиляция. План чердака.				БР	8 12
				Кафедра ИСЭиС	

Система отопления №1.



1. Диаметры подводов к приборам принять 15мм.
2. Термостатические элементы клапанов RTR-N должны быть расположены горизонтально.
3. Приборы отопления к стояку подключить согласно узлу "А", "Б", "В", "Г", "Д".
4. Подключение стояков согласно узлу "I", "II", "III", "IV", "V", "VI".
5. Для нагревательных приборов, закрытых защитными экранами (см.раздел АР), предусмотреть термозащиты с выносным датчиком.
6. Магистральные трубопроводы и стояки, прокладываемые в подвале изолировать трубами "К-flex" толщ. 19 мм.

БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ			
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"			
Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.
Выполнил	Проверил	Дата	2020.03
Проработал	Шифр В.К.	Шифр В.К.	2020.03
И.контр.	Шифр В.К.	Шифр В.К.	2020.03
Б.контр.	Шифр В.К.	Шифр В.К.	2020.03
Схема системы отопления №1.		Лист	9 из 12
Кафедра ИСЗиС			

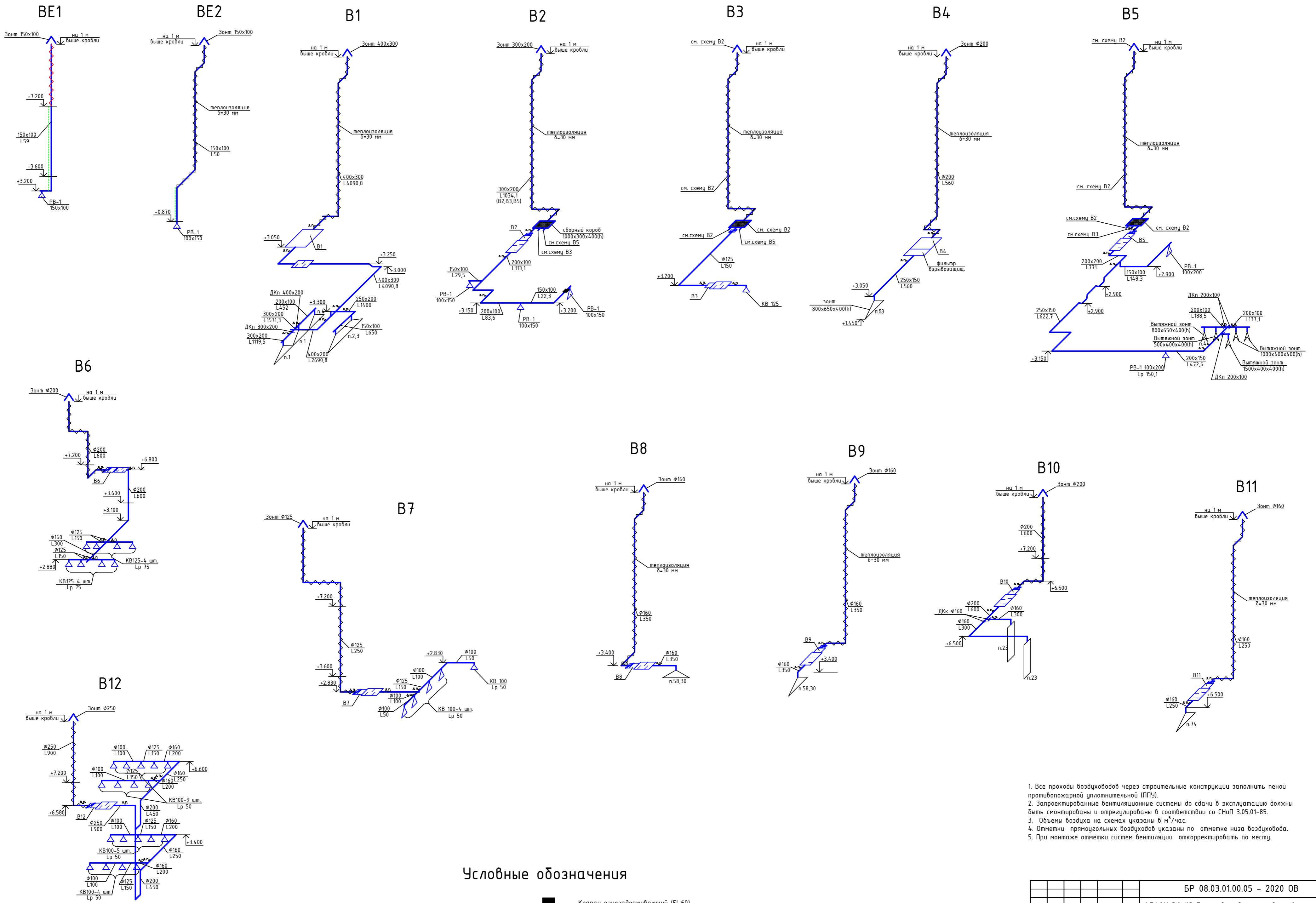


Условные обозначения

- Воздуховод в огнезащитном покрытии (EI 30).
- Воздуховод в тепло-огнезащитном покрытии (EI60).
- Клапан огнезадерживающий (EI 60).

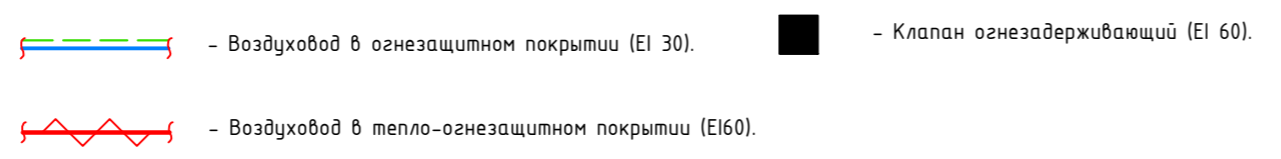
1. Все проходы воздуховодов через строительные конструкции заполнить пеной противопожарной уплотнительной (ППУ).
2. Запретированные вентиляционные системы до сдачи в эксплуатацию должны быть смонтированы и отрегулированы в соответствии со СНиП 3.05.01-85.
3. Объемы воздуха на схемах указаны в м³/час.
4. Отметки прямоугольных воздуховодов указаны по отметке низа воздуховода.
5. При монтаже отметки систем вентиляции откорректировать по месту.

БР 08.03.01.00.05 - 2020 ОВ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч	Лист	Редок	Подпись
Выполнил	Черкасова	23.6.20		
Проверил	Шmidt В.К.	23.6.20		
И.контр.	Шmidt В.К.			
Зав. кафедр	Матюшенка			
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск			Стандия	Лист
Схемы систем ПЕ1, П1-П3, ПБ1, ПБ2.			БР	10
			Листов	12
			Кафедра ИСЗиС	

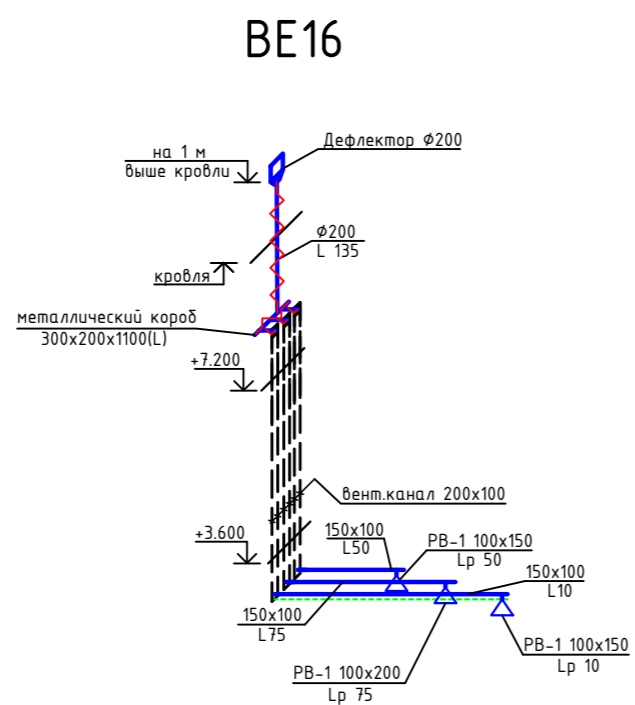
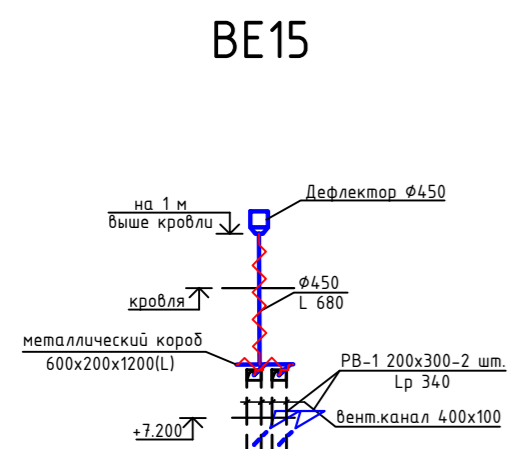
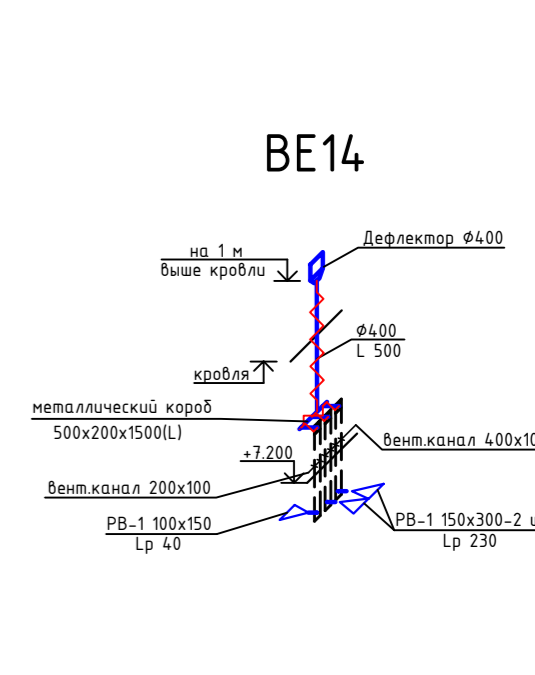
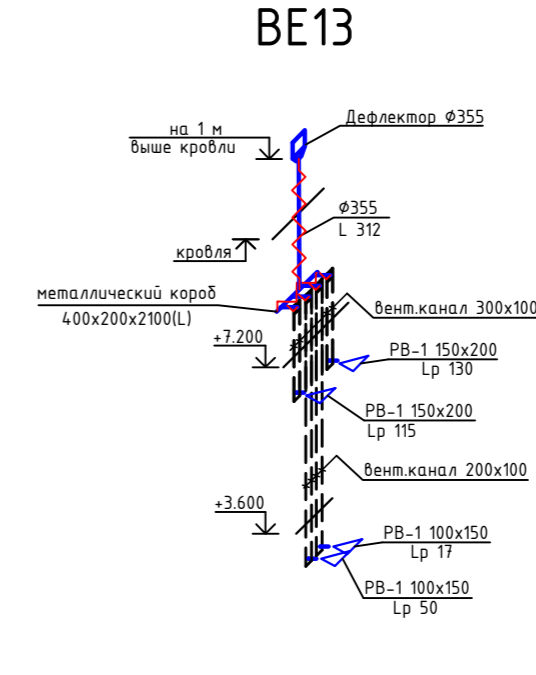
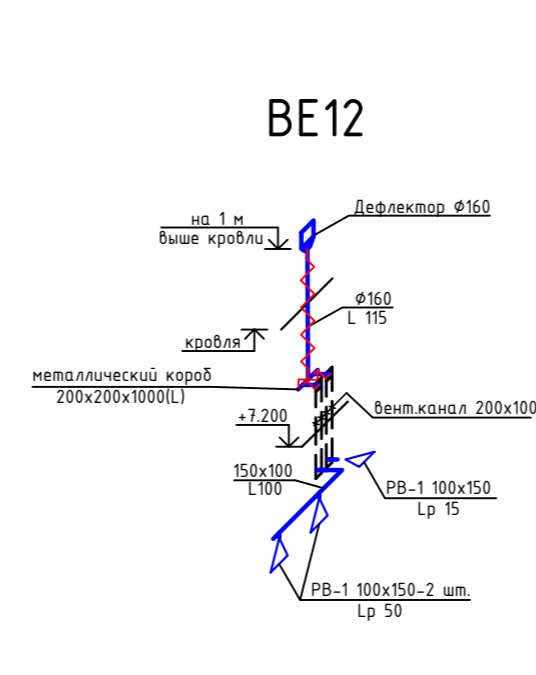
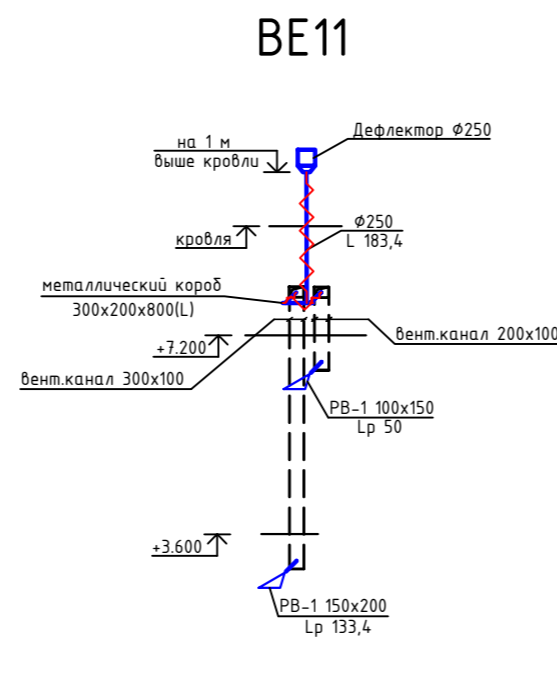
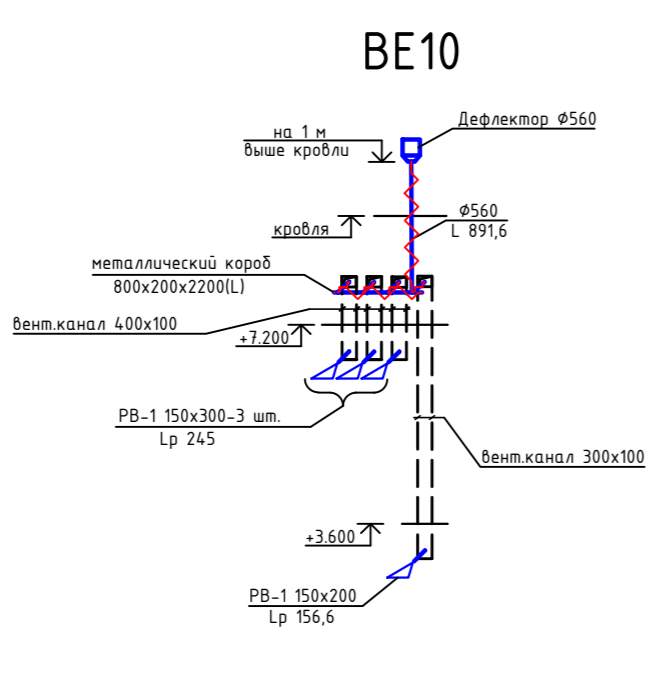
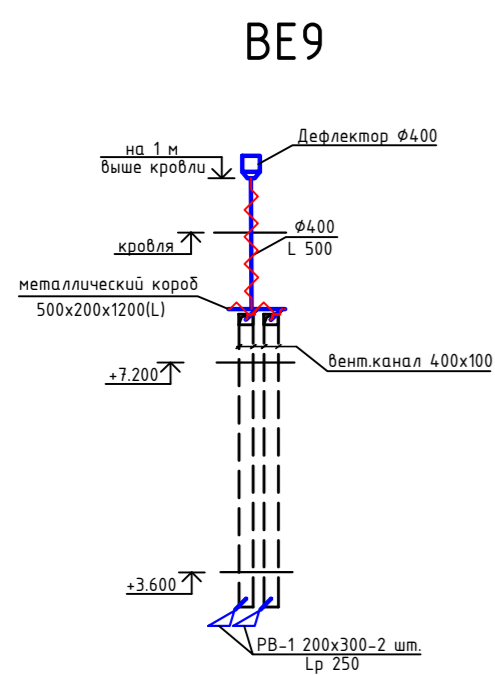
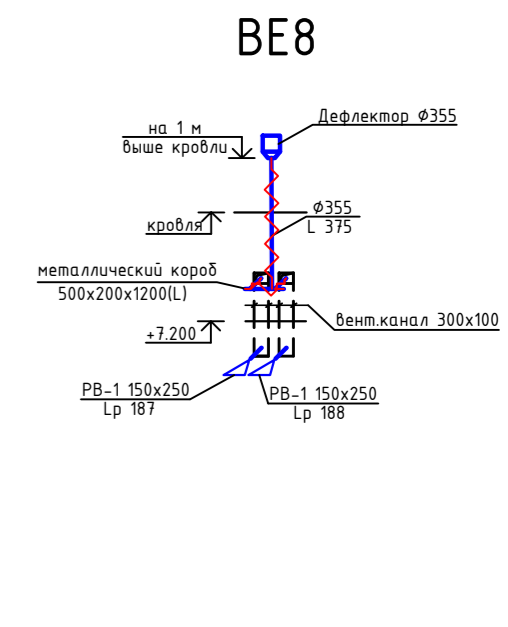
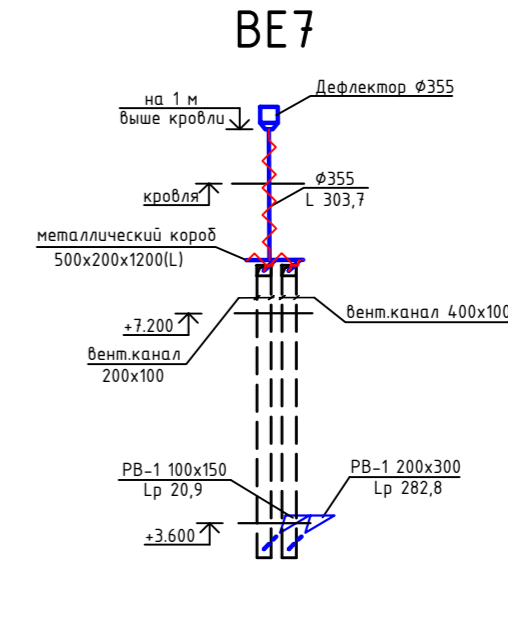
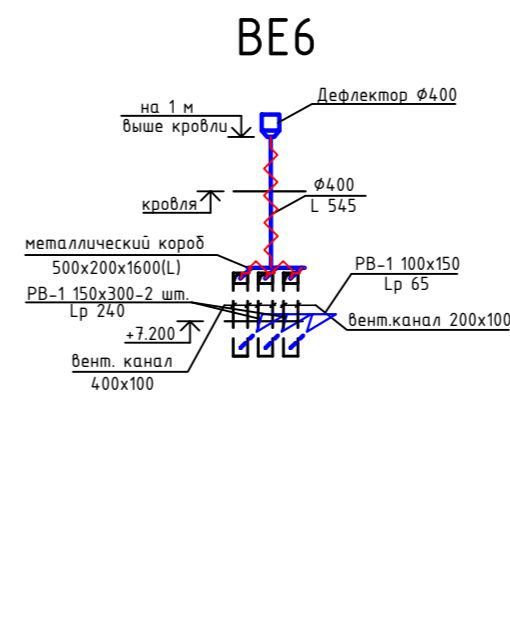
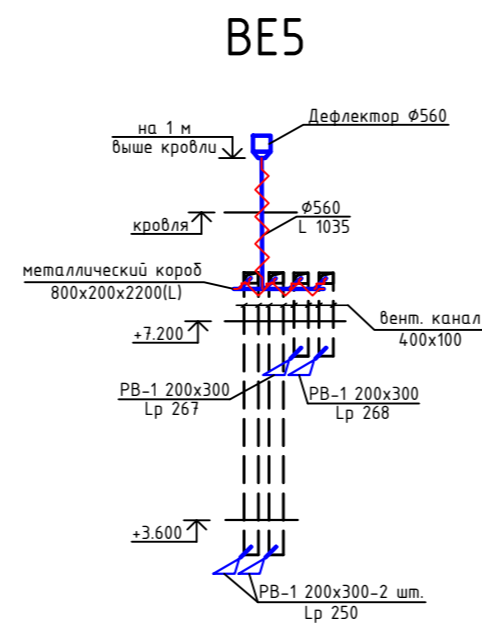
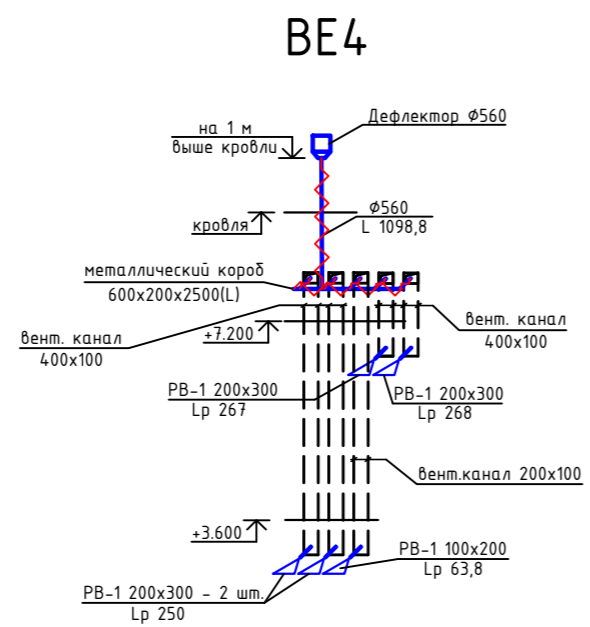
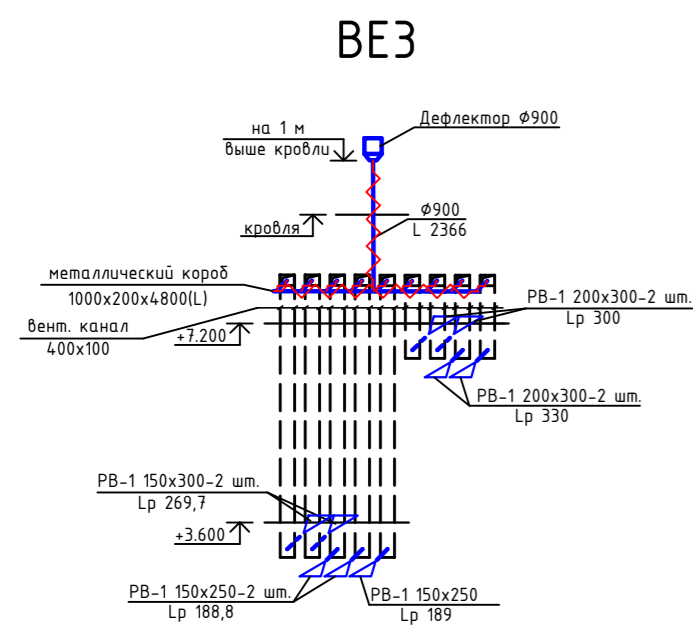


1. Все проходы воздуховодов через строительные конструкции заполнить пеной противопожарной уплотнительной (ППУ).
2. Запроектированные вентиляционные системы до сдачи в эксплуатацию должны быть смонтированы и отрегулированы в соответствии со СНиП 3.05.01-85.
3. Объемы воздуха на схемах указаны в м³/час.
4. Отметки прямоугольных воздуховодов указаны по отметке низа воздуховода.
5. При монтаже отметки систем вентиляции откорректировать по месту.

Условные обозначения



				БР 08.03.01.00.05 – 2020 ОВ					
				ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск	Стандия	Лист	Листов
Выполнил	Черкасова				23.6.20		БР	11	12
Проверил	Шmidt В.К.				23.6.20				
Н.контр.	Шmidt В.К.					Схемы систем BE1, BE2, B1-B12.		Кафедра ИСЗиС	
Зав. кафедр	Матюшенка								



Условные обозначения

- Воздуховод в огнезащитном покрытии (EI 30).
- Воздуховод в тепло-огнезащитном покрытии (EI60).
- Клапан огнезадерживающий (EI 60).

1. Все проходы воздуховодов через строительные конструкции заполнить пеной противопожарной уплотнительной (ППУ).
2. Запроектированные вентиляционные системы до сдачи в эксплуатацию должны быть смонтированы и отрегулированы в соответствии со СНиП 3.05.01-85.
3. Объемы воздуха на схемах указаны в м³/час.
4. Отметки прямоугольных воздуховодов указаны по отметке низа воздуховода.
5. При монтаже отметки систем вентиляции откорректировать по месту.

БР 08.03.01.00.05 - 2020 ОВ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч	Лист	№ док.	Подпись
Выполнил	Черкасова	23.6.20		
Проверил	Шmidt В.К.	23.6.20		
Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в г. Минусинск			Стадия	Лист
			БР	12
Схемы систем ВЕЗ-ВЕ16.			Кафедра ИСЗиС	
Н.контр.	Шmidt В.К.			
Зав. кафедр	Матюшенка			

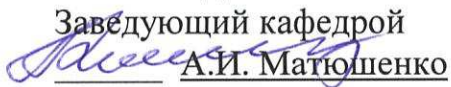
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

« 25 » 06 2020 г.



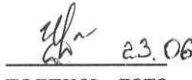

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 – «Строительство»

код – наименование направления

«Отопление и вентиляция здания школы (блок А) в городе Минусинск»

тема

Руководитель	 подпись, дата 22.06	<u>К.Т.Н., доцент</u> должность, ученая степень	<u>В.К. Шмидт</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата 23.06		<u>А.А. Перевалова</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата 23.06		<u>Д.Е. Черкасова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата 22.06		<u>В.К. Шмидт</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2020