



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

Павлюк Владислав Константинович

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ ШКОЛЫ В ПОСЕЛКЕ САНГАР**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство»
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

**г. Владивосток
2018**

Студент _____

подпись

« _____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель ВКР

(должность, ученое звание)

(подпись)

(ФИО)

« _____ » _____ 20 ____ г.

«Допустить к защите»

Руководитель ОП канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)

(подпись) В.П. Черненко
(и. о.ф)

« _____ » _____ 20 ____ г

Зав. кафедрой канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)

(подпись) А.В. Кобзарь
(и. о.ф)

« _____ » _____ 20 ____ г

Защищена в ГЭК с оценкой _____

Секретарь ГЭК

подпись Н.С. Ткач
И.О.Фамилия

« _____ » _____ 20 ____ г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

УТВЕРЖДЕНО

Руководитель ОП, канд.техн.наук, профессор

(ученая степень, должность)

Черненко В. П.

(подпись)

(ФИО)

« 25 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой, канд.техн.наук, доцент

(ученая степень, звание)

Кобзарь А. В.

(подпись)

(ФИО)

« 25 » июня 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту (ке)

Павлюк Владислав Константинович

Группа

Б3431д

(Фамилия, Имя, Отчество)

(номер группы)

1. Наименование темы Разработка проекта систем отопления и вентиляции школы в поселке Сангар

2. Основания для разработки Приказ о закреплении темы ВКР от

3. Источники разработки СП, пособия к СП, технические регламенты, методические указания по выполнению разделов проекта, СанПиНы.

4. Технические требования (параметры) Система отопления проектируется с учетом пониженного температурного графика 65/40 °С

5. Дополнительные требования Объект проектирования находится в зоне вечной мерзлоты;

6. Перечень разработанных вопросов Сбор общих данных объекта проектирования, теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет системы отопления, расчет воздушного баланса здания, проектирование системы вентиляции, подбор оборудования

7. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных плакатов)

Планы этажей с разводкой систем отопления и вентиляции, планы и разрезы вентиляционной камеры, аксонометрические схемы систем, план-схема установок систем.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения	Примечание
1	Выбор темы и согласование с руководителем	до 01 февраля	Выполнено
2	Подбор первичного материала, его изучение и обработка.	до 25 февраля	Выполнено
3	Составление плана работ и согласование с руководителем	до 1 марта	Выполнено
4	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	до 15 марта	Выполнено
5	Проектирование и расчет системы отопления	до 5 апреля	Выполнено
6	Расчет воздухообмена помещений	до 25 апреля	Выполнено
7	Проектирование и расчет системы вентиляции	до 10 мая	Выполнено
8	Подбор оборудования системы вентиляции	до 12 мая	Выполнено
9	Оформление пояснительной записки	до 1 июня	Выполнено
10	Доработка ВКР в соответствии с замечаниями руководителя	до 5 июня	Выполнено
11	Завершение подготовки к защите	до 15 июня	Выполнено
12	Проверка ВКР на антиплагиат	до 20 июня	Выполнено
13	Защита ВКР в ГЭК	25 июня	Выполнено

Дата выдачи задания 28.12.2017

Срок представления к защите 23.06.2018

Руководитель ВКР _____

(подпись)

Макаров Д.А.

(ФИО)

Студент _____

(подпись)

Павлюк В.К.

(ФИО)

Оглавление

Аннотация	7
Введение.....	8
Глава 1 Общие данные.....	10
1.1 Описание объекта проектирования	10
1.2 Климатические данные	10
1.3 Параметры микроклимата	11
1.4 Особые условия для проектирования системы отопления	12
1.5 Основные технические решения системы отопления	13
1.6 Требования к системе вентиляции	16
1.7 Технические решения системы вентиляции.....	18
Вывод.....	19
Глава 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	20
2.1 Расчет сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций	20
2.2 Расчет основных теплопотерь ограждающих конструкций	23
2.3 Расчет дополнительных теплопотерь.....	24
Глава 3 Расчет систем отопления	26
3.1 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления	26
3.2 Расчет отопительных приборов	28
Глава 4 Расчет воздухообменов помещений	32
4.1 Расчет количества поступающих вредностей	32
4.2 Расчет воздухообмена из условий ассимиляции вредностей	43
4.2 Определение воздухообмена по санитарным нормам	44
4.3 Определение воздухообмена по нормативной кратности	45

4.4 Расчет местного отсоса.....	45
4.5 Воздушный баланс блоков здания.....	47
Глава 5 Расчет систем вентиляции.....	48
5.1 Определение схемы воздухообмена помещений.....	48
5.2 Подбор воздухораспределителей	48
5.3 Трассировка воздуховодов систем вентиляции	49
5.4 Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением.....	50
5.5 Аэродинамический расчет систем с естественным побуждением.....	52
5.6 Расчет толщины слоя изоляции воздуховодов.....	52
5.7 Подбор оборудования	53
Заключение	55
Список используемых источников.....	56
Приложение А	58
Приложение Б.....	71
Приложение В.....	93
Приложение Г	102
Приложение Д.....	103
Приложение Е.....	107
Приложение Ж.....	110
Приложение И	120

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы проектирования систем отопления и вентиляции общеобразовательной школы поселка Сангар, в условиях вечной мерзлоты.

В главе 1 описываются общие сведения, касающиеся проектирования, такие как описание объекта, климатические данные, параметры микроклимата, основные требования к системам отопления и вентиляции и решения данных требований.

Во 2 главе производятся расчеты сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, толщины утеплителя, нагрузки на систему отопления. В качестве утеплителя принята базальтовая вата "Технониколь Техновент Стандарт" толщиной 0,15 м. Суммарная нагрузка системы отопления составляет 160,05 кВт.

В 3 главе выполнен гидравлический расчет двухтрубной системы отопления с горизонтальной и вертикальной прокладкой подающих трубопроводов, проложенных вдоль наружных стен здания. На каждом радиаторе установлен термостатический клапан, а также настроечный клапан фирмы Valtec для балансировки системы. Рассчитаны отопительные приборы на фактический температурный график 65/40 °С.

В главе 4 рассчитано количество основных вредностей, поступающих в помещения. Определен воздухообмен исходя из сравнения трех расчетов: из условий ассимиляции вредностей; по кратности; по санитарно-гигиеническим требованиям.

В 5 главе определены схемы воздухообменов помещений; подбор воздухораспределителей при нормативной подвижности воздуха в учебных помещениях 0,1 м/с; выполнена трассировка воздуховодов систем вентиляции; произведен аэродинамический расчет систем с механическим и естественным побуждением. Осуществлен подбор оборудования.

Введение

Одна из основных задач в научно-техническом прогрессе - повышение эффективности работоспособности людей. Эта задача непосредственно связана с проектными решениями в области отопления и вентиляции зданий, цель которых заключается в создании необходимых параметров микроклимата и качества воздушной среды.

Система отопления – совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемое помещение.

Основными конструктивными элементами являются: теплоисточник; трубопроводы; отопительные приборы.

Требования, предъявляемые к системам отопления:

- санитарно-гигиенические – поддержание заданной температуры внутреннего воздуха и внутренней поверхности ограждений во времени; ограничение температуры поверхности отопительных приборов;

- экономические – невысокие капиталовложения с минимальным расходом материалов. Экономный расход тепловой энергии при эксплуатации;

- архитектурно-строительные – соответствие интерьеру помещения, компактность, увязка со строительными конструкциями;

- производственно-монтажные – минимальное число унифицированных узлов и деталей, механизация их изготовления, сокращение трудовых затрат при монтаже;

- эксплуатационные – эффективность действия в течении всего периода работы, связанное с надежностью и техническим совершенствованием системы.

Система вентиляции – совокупность мероприятий и устройств, направленных на обеспечение расчетных воздухообменов в помещениях здания любого назначения.

Перечень требований, предъявляемых к системам вентиляции:

- Санитарно-гигиенические – в помещениях должны поддерживаться допустимые параметры микроклимата;
- Технологические – требования, предъявляемые для производственных процессов;
- Энергетические – обеспечение наименьших энергозатрат;
- Экономические – сроки окупаемости системы;
- Конструктивно-технологические – использование современных технологий;
- Эксплуатационные – простота использования систем;
- Требования пожарной безопасности – множество требований, предъявляемые сводом правил пожарной безопасности систем вентиляции;
- Экологические – отсутствие загрязнения окружающего воздуха;
- Архитектурно строительные – внешний вид воздуховодов должен соответствовать интерьеру, также должны быть учтены пересечения с другими инженерными системами;
- Строительно-монтажные – простота монтажа, использование технологий по сборке конструкций.

Глава 1 Общие данные

1.1 Описание объекта проектирования

Поселок Сангар расположен на севере Республики Саха (Якутии) в зоне вечной мерзлоты. При проектировании здания было принято решение о возвышении уровня пола первого этажа на 1,8 метра, путем применения свайного фундамента, для исключения теплового воздействия здания на грунт. Ориентация главного фасада направлена на юг.

Сангарская средняя общеобразовательная школа, суммарной площадью трех этажей 3570 м², была введена в эксплуатацию в 1974 году. На тот момент в школе обучалось 1200-1300 человек в сутки, на данный момент количество учащихся снизилось до 600.

В школе отсутствует система приточно-вытяжной вентиляции, а система отопления требует реконструкции, так как она не обеспечивает оптимальных параметров микроклимата [3, п. 6.1] при опускании температуры наружного воздуха ниже минус 40°С, в то время как температура наиболее холодной пятидневки равна минус 50°С.

1.2 Климатические данные

Климатические данные определяются согласно [10].

Таблица 1.1 - климатические параметры наружного воздуха

Период года	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки $t_{н5}$, °С, обеспеченностью 0,92	Средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С	Относительная влажность воздуха ϕ , %	Скорость ветра v , м/с
Теплый	21	-19,6	55	0
Холодный	-50		70	7,6

Продолжительность отопительного периода $z_{от}$, составляет 261 сутки.

1.3 Параметры микроклимата

Температура воздуха в учебных помещениях, кабинетах психолога и логопеда, лабораториях, актовом зале, столовой, рекреациях, библиотеке, вестибюле, гардеробе должна составлять 18 – 24 °С; в спортзале и комнатах для проведения секционных занятий, мастерских – 17-20 °С; медицинских кабинетах, раздевальных комнатах спортивного зала – 20-22 °С, душевых – 25°С [3].

Нормируемая подвижность воздуха для учебных кабинетов составляет $v_{\text{норм}}=0,1$ м/с, для спортивного зала $v_{\text{норм}}=0,5$ м/с.

Допустимый уровень звукового давления для учебных кабинетов, библиотеки составляет 40 дБА, для спортивного зала этот предел составляет 60 дБА [5]

Температуры внутреннего воздуха уточняются в соответствии с [9, таблица 7.1]. Принятые температуры занесены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры внутреннего воздуха помещения

Наименование	Расчетная температура воздуха $t_{\text{в}}$, °С	Влажность воздуха ϕ , %
Классные помещения, учебные кабинеты, актовый зал, класс пения, музыки, учебные мастерские, кружковые помещения, столовая, библиотека	18	40-60
Спортивный зал, медицинский кабинет, раздевальные комнаты	20	40-60

1.4 Особые условия для проектирования системы отопления

Система отопления – совокупность конструктивных элементов (теплоисточник, трубопроводы, отопительные приборы) со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи необходимого количества теплоты в обогреваемое помещение.

Здания общеобразовательных учреждений оборудуют системами централизованного теплоснабжения, которые должны обеспечивать оптимальные параметры микроклимата [3, п. 6.1].

Температура поверхности отопительных приборов, доступных для людей не должна превышать 70 °С [9, п.6.38].

Вид теплоносителя – вода, с параметрами 70/45 °С, фактический температурный график, полученный в ходе наблюдения, составляет 65/40 °С.

Длину отопительного прибора для школ следует принимать не менее 75% длины окна [6, п. 6.4.4].

В общеобразовательных учреждениях не допускается использование переносных обогревателей, а также обогревателей с инфракрасным облучением. [3, п. 6.1].

В случае, когда требуется установка ограждений отопительных приборов используемые материалы должны быть безвредны для здоровья. Запрещается использовать древесно-стружечные ограждения и другие полимерные материалы.

В помещения общеобразовательных учреждений подвижность воздуха должна быть не более 0,1 м/с, что исключает вариант установки тепловентиляторов.

Согласно [6, п. 6.4.4] отопительные приборы следует размещать под световыми проемами в местах, доступных для ремонта и очистки. При размещении отопительных приборов на лестничных клетках должны соблюдаться противопожарные нормы о ширине прохода, в случае, когда

невозможно соблюсти это требование, отопительный прибор устанавливается на высоте 2,2 метра от поверхности проступей [6, п.6.4.9 (б)].

Согласно [3] в помещениях готовочной и столовой каждую перемену необходима влажная уборка поверхностей отопительных приборов. В учебных помещениях уборка должна производиться после каждой учебной смены.

1.5 Основные технические решения системы отопления

В здании принята централизованная водяная система отопления со стальными трубопроводами:

- Циркуляция – насосная;
- Температура теплоносителя – низкая (65/40°C);
- Положение труб – комбинированное;
- Схема соединения с отопительными приборами – двухтрубная;
- Месторасположение разводящей магистрали – верхняя разводка;
- Прокладка обратной магистрали – тупиковая.

Для блоков, в которых расположены столовая и спортивный зал принята горизонтальная двухтрубная прокладка трубопроводов, для остальных блоков осуществляется вертикальная двухтрубная система отопления по стоякам, с подающим трубопроводом под потолком верхнего этажа и обратным на первом с тупиковым движением.

Главное достоинство двухтрубной системы – повышенная гидравлическая устойчивость.

Дренаж предусматривается путем установки шаровых кранов со штуцерами Valtec VT248 [23], для присоединения шлангов и слива воды в систему канализации на каждом стояке, а также ветке системы отопления [6, п.6.4.10]

Величину теплового расширения трубопроводов ΔL , м, определяют по формуле

$$\Delta L = a \cdot L \cdot \Delta t \quad (1)$$

где a – коэффициент температурного расширения, мм/(м·°С), в соответствии с применяемым материалом по справочным величинам;

L – длина трубопровода между неподвижными опорами, м;

Δt – разница значений между максимальным и минимальным значениями температур рабочей среды, °С.

В местах, где необходимо компенсировать тепловое удлинение устанавливаются осевые компенсаторы Danfoss 193B4 с внутренней гильзой и кожухом [24].

Удаление воздуха предусматривается в самых высоких точках системы, путем установки автоматических воздухоотводчиков Valtec VT.502 [23], а также установкой непосредственно на отопительных приборах [6, п 6.3.9].

Уклон трубопровода направлен в сторону индивидуального теплового пункта (ИТП), а также в сторону дренажа, в случае, когда на пути к ИТП расположен подъем трубопровода.

К установке были приняты алюминиевые радиаторы "Rifar 500", широко представленные на рынке города Якутск, где и производится закупка всего необходимого материала для монтажа систем отопления и вентиляции.

Алюминиевые радиаторы "Rifar 500" имеют следующие достоинства:

- Сечение вертикального канала разработано с наименьшим гидравлическим сопротивлением;
- Межсекционные прокладки устойчивы к воздействию антифриза;
- Высокая тепловая мощность – 183 Вт;
- Срок эксплуатации – не менее 25 лет;
- Рабочее давление до 20 атм.;

Производитель запрещает использование радиатора с водородным показателем теплоносителя рН отличным от 7-8.

В связи с требованиями, указанными в подразделе 1.4 о необходимости влажной уборки отопительных приборов, в помещениях столовой и

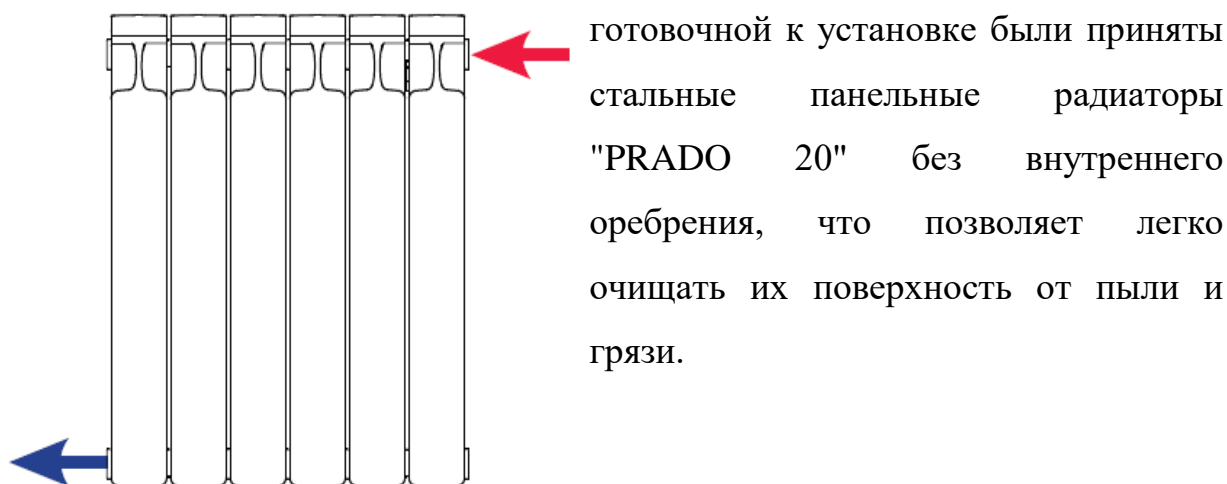


Рисунок 1.1 – схема подключения отопительного прибора

В спортивном зале устанавливаются применяются радиаторы "PRADO 21" с рядом внутреннего конвективного оребрения, что существенно сокращает площадь отопительного прибора и не противоречит нормативным требованиям.



Рисунок 1.2 – типы стальных панельных радиаторов

По специальному заказу, зачастую для медицинских учреждений, радиаторы типа 20 могут поставляться без воздуховыпускной решетки и боковых стенок.

Радиатор "PRADO Classic" 20-500-2000 ТУ 4935-010-17757185-2009

- Первая цифра (20) в обозначении указывает тип прибора (количество панелей, наличие оребрения);
- Вторая цифра (500) обозначает высоту радиатора;
- Третья цифра (2000) символизирует длину панелей, мм;
- Далее следует обозначение технических условий.

Таблица 1.3 – номинальный тепловой поток стальных панельных радиаторов

Тип прибора	Номинальный тепловой поток, Вт
20-500-1800	2353
20-500-2200	2875
21-500-1800	3189

1.6 Требования к системе вентиляции

При монтаже горизонтальных металлических воздуховодов обязательно соблюдать последовательность работ [8]:

- Устанавливают средства крепления путем приварки к закладным деталям или с помощью строительного пистолета;
- Намечают места установки механизмов для подъема узлов воздуховодов и готовят к работе инвентарные леса, подмости вышки;
- Подносят отдельные детали воздуховодов и собирают их в укрупненные узлы на инвентарных подставках, а детали воздуховодов больших сечений – на полу;
- Устанавливают хомуты или другие средства крепления.

Рекомендуемые монтажные положения воздуховодов круглого и прямоугольного сечения:

- Расстояние l , мм, от оси воздуховода до поверхности строительных конструкций вычисляется по формуле

$$l = 0,51 \cdot D_{max} + 50 \quad (2)$$

где D_{max} – максимальный диаметр прокладываемого воздуховода, включая изоляцию, мм;

- Для воздуховодов прямоугольного сечения l , мм

$$l = 0,5 \cdot b_{max} + x \quad (3)$$

где b_{max} – максимальная ширина прокладываемого воздуховода, мм;

x – расстояние, мм, которое зависит от ширины воздуховода b , мм:

- $x=100$, при $100 < b < 400$;

- $x=200$, при $400 < b < 800$;
- $x=400$, при $b > 800$;

Минимально допустимое расстояние l , мм, при параллельной прокладке воздуховодов

- Для воздуховодов круглого сечения

$$l = 0,5 \cdot (D_{max} + D'_{max}) + 250 \quad (4)$$

- Для воздуховодов прямоугольного сечения

$$l = 0,5 \cdot (b_{max} + b'_{max}) + x \quad (5)$$

Минимально допустимое расстояние l , мм, от оси воздуховодов до поверхности потолка определяется по формулам

- Для воздуховодов круглого сечения

$$l = 0,5 \cdot D_{max} + 100 \quad (6)$$

- Для воздуховодов прямоугольного сечения

$$l = 0,5 \cdot b_{max} + x \quad (7)$$

Крепление горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов (хомуты, подвески, опоры и другие) на бесфланцевом соединении следует устанавливать на расстояниях:

- Не более 4 метров при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны менее 400 мм.;
- Не более 3 метров при диаметрах воздуховода или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения 400 мм. и более

Отдельные системы вытяжной вентиляции следует предусматривать для следующих помещений: учебных помещений и кабинетов, актовых залов, столовой, медицинского пункта, санитарных узлов, помещений для обработки и хранения уборочного инвентаря, столярных и слесарных мастерских [3, п.6.11].

В общественных зданиях с температурой наиболее холодной пятидневки $t_{н5} = -40$ °С и ниже следует обеспечивать положительный дисбаланс в объеме не более 0,5 воздухообмена в час [6, п 7.5.1].

Воздухообмен в школьных столовых надлежит рассчитывать на поглощение избытков тепла, выделяемого технологическим оборудованием кухни. Подачу приточного воздуха в производственные помещения пищеблока не следует осуществлять через обеденный зал [9, п 7.21].

Объем подаваемого наружного воздуха должен быть не менее 20 м³/ч на одно место в любом помещении.

Низ отверстия для приемного устройства наружного воздуха следует размещать на высоте более 1 метра от уровня устойчивого снегового покрова, определяемого по данным гидрометеостанций или расчетом, но не ниже 2 м от уровня земли [6, п. 7.3.3]. Уровень устойчивого снежного покрова в поселке Сангар составляет 36 сантиметров, что позволяет установить воздухоприемную решетку на высоте 20 сантиметров, относительно уровня пола первого этажа (2 метра от уровня грунта).

1.7 Технические решения системы вентиляции

В проекте было принято решение об использовании в помещениях кладовых, электрощитовой, санузлов, кабинетов директоров, секретарей, завучей, медицинских пунктов, гардеробной, раздевалок системы естественной вентиляции. Для остальных помещений (спортивный зал, столовая, коридоры, готовочная, учебные кабинеты) предусмотрены системы с механическим побуждением.

Для осуществления предварительного воздушного баланса приточный воздух подается в коридор настилающими струями.

Прокладка воздуховодов осуществляется внутри здания, параллельно конструкциям, за исключением систем П6 и П7, которые проложены по кровле здания с расчетной толщиной изоляцией. Решение было принято исходя из того, что в блоках учебных помещений высота этажа составляет 3,6 метра, что недостаточно для соблюдения всех нормативных требований по прокладке воздуховодов внутри помещения. Помимо утепления воздуховодов

необходимо осуществлять, перегрев наружного воздуха на 4 °С.

Также имеется система местного отсоса, расположенного в зале готовочной со следующим оборудованием

Таблица 1.4 – оборудование готовочной

Позиция	Наименование	Марка	Кол-во	Потребляемая мощность, кВт
1	Холодильный шкаф	Капри М-1	2	0,3
2	Плита электрическая	Abat ЭПК-47 ЖШ	2	16
3	Жарочная поверхность	Теплан Casta TEP2	1	10,8

Вывод

Для дальнейших расчетов принята вертикальная и горизонтальная двухтрубные системы отопления с насосной циркуляцией с тупиковым движением теплоносителя.

Системы вентиляции с механическим, либо естественным побуждением приняты в зависимости от назначения помещения. В помещении готовочной необходимо запроектировать местный отсос для ассимиляции вредных, поступающих от оборудования.

Глава 2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

2.1 Расчет сопротивлений теплопередаче наружных ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций производится для дальнейшего определения нагрузки на систему отопления, а также для возможных рекомендаций по утеплению теплозащитной оболочки здания в случае невыполнения нормативных требований [4, п. 5.1].

Требуемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, R_o^{TP} , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, следует определять по формуле

$$R_o^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (8)$$

$$R_{\text{стен}}^{TP} = 0,00035 \cdot 10335,6 + 1,4 = 5,02$$

$$R_{\text{перекр}}^{TP} = 0,0005 \cdot 10335,6 + 2,2 = 7,37$$

$$R_{\text{покрытие}}^{TP} = 0,00045 \cdot 10335,6 + 1,9 = 6,55$$

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

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода. $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$, для конкретного пункта определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} \quad (9)$$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-19,6)) \cdot 261 = 10335,6$$

где $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил [10] для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °C ;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C [9]

В случае, когда расчетная температура внутреннего воздуха отличается от принятых в ГСОП, изначальное значение умножается на коэффициент n , который рассчитывается по формуле

$$n_t = \frac{t_B^* - t_{от}}{t_B - t_{от}} \quad (10)$$

где t_B^* - средняя температура внутреннего воздуха для данного помещения, °С;

$t_B, t_{от}$ – то же, что и в формуле (9);

Таблица 2.1 - конструкция теплозащитной оболочки

№	Наименование	Толщина слоя δ_i , м	Теплопроводность λ_i , Вт/(м·°С)
перекрытие первого этажа			
1	Линолеум ГОСТ 7251-77*	0,006	0,350
2	Стяжка цементно-песчаная М150 армированная	0,055	0,930
3	Утеплитель ПСБ-С 40кг/м ³	0,450	0,046
4	Монолитная ж/б плита	0,100	2,040
стена			
1	Штукатурка	0,020	0,210
2	Шлакобетонные блоки	0,800	0,520
3	Штукатурка облицовочная	0,020	0,210
покрытие			
1	Унифлекс ЭКП	0,004	0,270
2	Унифлекс ЭПП	0,004	0,270
3	Теплоизоляция Техно Руф В	0,100	0,046
4	Теплоизоляция Техно Руф Н	0,050	0,045
5	Железобетонное перекрытие	0,150	2,040

Фактическое сопротивление теплопередаче $R^{\text{факт.}}$, (м²·°С)/Вт, зависит от конструкции того или иного элемента здания и определяется по формуле

$$R^{\text{факт.}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \left(\frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_H} \quad (11)$$

$$R_{\text{перекр}}^{\text{факт.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,006}{0,35} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,45}{0,046} + \frac{0,1}{2,04} + \frac{1}{23} = 10,12$$

$$R_{\text{стен}}^{\text{факт.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{0,8}{0,52} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{1}{23} = 1,89$$

$$R_{\text{покрытие}}^{\text{факт.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{0,1}{0,046} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,15}{2,04} + \frac{1}{23} = 5,74$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С) [4, таблица 3];

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С) [4, таблица 6];

δ_i – толщина i -го слоя, м;

λ_i – теплопроводность i -го слоя, Вт/(м·°С).

Фактическое сопротивление теплопередаче стены оказалось меньшим по сравнению с требуемым значением, это означает, что для соблюдения требований энергосбережения необходимо произвести реконструкцию фасадов.

Определяется толщина утеплителя $\delta_{\text{из}}$, м, необходимая для удовлетворения требований свода правил [4, п. 5.1]

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \cdot (R_{\text{стен}}^{\text{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \left(\frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right)) \quad (12)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ – коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С);

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}}$ – то же, что и в формуле (11);

δ_i, λ_i – толщина, м, и теплопроводность, Вт/(м·°С), соответственно, i -го слоя, без учета утеплителя.

В ходе расчетов с утеплителем технениколь $\lambda_{\text{из}}=0,045$ Вт/(м·°С), была получена фактическая толщина утеплителя $\delta_{\text{из}} = 0,15$ м.

После подбора утеплителя необходимо произвести перерасчет фактической величины сопротивления теплопередаче $R_{\text{стен}}^{\text{факт.}}$, (м²·°С)/Вт

$$R_{\text{стен}}^{\text{факт.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{0,8}{0,52} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{1}{23} = 5,13$$

Рекомендуется использовать навесной фасад для увеличения срока службы утеплителя, а также снижения ветровых нагрузок на здание.

2.2 Расчет основных теплопотерь ограждающих конструкций

Основными теплопотерями $Q_{огр}$, Вт, являются теплопотери за счет теплопередачи ограждающей конструкции, рассчитываются для каждой конструкции отдельно по формуле

$$Q_{огр} = A \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot \frac{1}{R_i^{факт.}} \cdot n \cdot (1 + \sum \beta) \quad (13)$$

где A – площадь ограждающей конструкции, m^2 ;

$t_{в}$ – температура внутреннего воздуха помещения, $^{\circ}C$, (таблица 1.1);

$t_{н}$ – температура наиболее холодной пятидневки, $^{\circ}C$, (таблица 1.2);

$R_i^{факт.}$ – фактическое сопротивление теплопередаче ограждения, $(m^2 \cdot ^{\circ}C)/Вт$, определяемое по формуле (11);

n – коэффициент, учитывающий тип ограждения [16, формула 1.22], для населенных пунктов с температурой наиболее холодной пятидневки минус 40 и ниже принимается равным 1.

β – добавочный коэффициент:

1. На ориентацию ограждения по сторонам света:

- для северной, северо-восточной, северо-западной, восточной $\beta=0,1$;
- юго-восточной и западной $\beta=0,05$;
- южной и юго-западной $\beta=0$.

2. Добавка $\beta=0,05$ вводится для пола с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 40 и ниже;

3. Добавка $\beta=0,05$ для помещений, имеющих две и более наружные стены;

4. Добавка на врывание холодного воздуха через наружные двери для здания высотой H :

- при конструкции тройных дверей с двумя тамбурами $\beta=0,20H$;
- для двойных дверей с тамбуром $\beta=0,27H$;
- для двойных дверей без тамбура $\beta=0,34H$;
- для одинарных дверей $\beta=0,22H$.

2.3 Расчет дополнительных теплотерь

Расход теплоты на нагрев врывающегося воздуха через неплотности ограждающих конструкций зависит от объемно-планировочного решения здания, а также воздухопроницаемости светопрозрачных конструкций. Инфильтрация через стены и покрытия здания настолько мала, что при расчете нагрузки на систему отопления ей пренебрегают.

При расчете выявляется максимально возможный поток инфильтрации, поэтому считается, что все окна находятся на наветренной стороне здания.

Расчетная разность давлений Δp , Па, определяется для каждого этажа

$$\Delta p = 0,5H \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g - h \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g + 0,5 \cdot \frac{\rho_n v^2}{2} \cdot K_{\text{дин}} (c_n - c_z) \quad (14)$$

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

ρ_n, ρ_v – плотности наружного и внутреннего воздуха, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

H – расстояние от уровня грунта до верха вытяжной шахты, м;

v – средняя скорость ветра по румбам за январь, м/с;

$K_{\text{дин}}$ – коэффициента учета изменения скорости в различных типах местности и на разной высоте [14, таблица 22], в расчетах принят $K_{\text{дин}}=0,73$;

c_n – аэродинамический коэффициент на наветренной стороне, для большинства зданий принимается $c_n=0,8$;

c_z – аэродинамический коэффициент на подветренной стороне $c_z=-0,6$

Расход инфильтрационного воздуха G_0 , кг/(м²·ч), составляет:

- через окна

$$G_0 = \frac{1}{R_{\text{инф.ок}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (15)$$

- через двери и ворота

$$G_{\text{дв}} = \frac{1}{R_{\text{инф,дв}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

где $R_{\text{инф,дв,ок}}$ – сопротивление воздухопроницанию двери, окна, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)/кг;

Δp_0 – нормативный перепад давления между внутренним и наружным воздухом, принимается 10 Па;

Δp – расчетная разность давлений, определяемая по формуле (14).

В образовательном учреждении установлены стеклопакеты с тройными раздельными переплетами, с сопротивлением теплопередачи $R_{\text{ок}}^{\text{факт.}} = 0,8$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт и воздухопроницанием $R_{\text{инф,ок}} = 0,23$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)/кг, и двери $R_{\text{дв}}^{\text{факт.}} = 3,5$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, $R_{\text{инф,дв}} = 0,32$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)/кг, что соответствует нормативным требованиям [4].

Расход теплоты на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{\text{инф}}$, Вт, определяется по формуле

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot G_0 \cdot c \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot k \quad (17)$$

где c – теплоемкость воздуха, принимается $c = 1,006$ кДж/(кг·°C);

k – коэффициент учета влияния встречного потока в воздухопроницаемых конструкциях:

– $k = 0,7$ для окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами;

– $k = 0,8$ для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами;

– $k = 0,9$ для окон и балконных дверей со спаренными переплетами;

– $k = 1$ для окон и балконных дверей с одинарными переплетами.

Сводная таблица теплотерь здания приведена в таблице А.1.

Глава 3 Расчет систем отопления

3.1 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

Перед тем как приступить к гидравлическому расчету необходимо предварительно расставить отопительные приборы, определиться с количеством стояков, вычертить все необходимые трубопроводы систем, также аксонометрическую схему каждой системы.

Гидравлический расчет производится методом динамических давлений с переменным перепадом температур.

Суть метода заключается в том, что потери давления по длине на трение заменяют условно эквивалентными им потерями в местных сопротивлениях и выражается в уравнении

$$\xi_{\text{ЭКВ}} = l \frac{\lambda}{d_{\text{в}}} \quad (18)$$

При этом потеря давления на расчетном участке определится формулой

$$\Delta P_{\text{уч}} = (\xi_{\text{ЭКВ}} + \sum \xi) \cdot P_{\text{д}} = \xi_{\text{прив.}} \cdot P_{\text{д}} \quad (19)$$

где l – длина расчетного участка, м;

$\frac{\lambda}{d_{\text{в}}}$ – отношение коэффициента сопротивления внутренней поверхности трубопровода к внутреннему диаметру (таблица 3.1)

$\xi_{\text{прив.}}$ – приведенный коэффициент местного сопротивления;

$\sum \xi$ – сумма местных сопротивлений участка;

$P_{\text{д}}$ – динамическое давление на участке, Па

$$P_{\text{д}} = \frac{\rho v^2}{2} \quad (20)$$

где ρ – плотность теплоносителя, кг/м³;

v – скорость движения теплоносителя, м/с.

Таблица 3.1 – средние значения $\frac{\lambda}{d_B}$ для различных диаметров

d_y	15	20	25	32	40	50	70	80	100
$\frac{\lambda}{d_B}$	2,70	1,80	1,40	1,00	0,80	0,55	0,40	0,30	0,23

Температурный перепад для каждого стояка (прибора) должен быть в пределах 16-32 °С, причем нежелательно прибегать к крайним значениям.

В зависимости от участка и известных на нем величин определяются расход теплоносителя, температурный перепад и потери давления

Температурный перепад Δt , °С, определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{0,86 \cdot Q}{G} \quad (21)$$

где Q – нагрузка на отопительный прибор, Вт;

G – расход через отопительный прибор, кг/ч.

После того как определены потери давления на участках, с необходимым перепадом температур (16-32)°С, необходимо уравнивать гидравлические потери в точках схождения участков

$$\delta = \frac{\Delta P_{max} - \Delta P_{min}}{\Delta P_{max}} \cdot 100\% \quad (22)$$

где $\Delta P_{max,min}$ – максимальные, минимальные потери давления участков в точке схождения, Па.

Данные гидравлического расчета представлены в таблице Б.1.

В данном проекте было принято решение об установке термостатических клапанов Valtec VT032.NR [23] на подающих подводках к радиаторам системы отопления для регулирования расхода теплоносителя через прибор в зависимости от температуры окружающего воздуха и настроечных клапанов Valtec VT019.NR [23] на обратных подводках для уравнивания потерь давления на участках системы.

Требуемый перепад давления определяется в каждой точке системы, где имеются точки схождения/расхождения потоков. По требуемому перепаду

давления Δp , Па, вычисляется необходимый коэффициент пропускной способности K_v , м³/ч, настроечного клапана

$$K_v = \frac{Q_v}{\sqrt{\Delta p}} \quad (23)$$

где Q_v – расчетный объемный расход теплоносителя через отопительный прибор, м³/ч

Зная пропускную способность клапана K_v (таблица 3.2) и объемный расход теплоносителя Q_v определяется потеря давления на клапане Δp

$$\Delta p = \left(\frac{Q_v}{K_v} \right)^2 \quad (24)$$

Таблица 3.2 – пропускная способность клапанов

VT19	Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VT20	Обороты	1 ¼	1 ½	1 ¾	2	2 ½	3	3 ½	4	OPEN
DN15	K_v	0,14	0,20	0,31	0,43	0,60	0,79	1,00	1,20	1,35
DN20		0,15	0,22	0,36	0,45	0,65	0,80	1,20	1,40	1,80

Регулировка настроечного клапана осуществляется шестигранным торцевым ключом S6, при снятой крышке клапана.

Данные о потерях давления с учетом установки балансировочных клапанов сведены в таблицу Б.2.

3.2 Расчет отопительных приборов

Расчет отопительных приборов зависит от температуры входа и выхода теплоносителя и непосредственно нагрузки на отопительный прибор.

Перед тем как определить нагрузку отопительного прибора $Q_{пр}$, Вт, необходимо учесть 90% теплоступлений от открыто проложенного трубопровода подающей и обратной магистрали.

$$Q_{пр} = Q_{пом} - 0,9 \cdot Q_{тр} \quad (25)$$

где $Q_{тр}$ – теплоотдача открыто проложенного трубопровода, Вт,

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}} + q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}} \quad (26)$$

где $q_{\text{в}}, q_{\text{г}}$ – теплоотдача одного метра вертикально и горизонтально проложенных трубопроводов, Вт/м, принимается по справочным величинам [15, таблица II.22];

$l_{\text{в}}, l_{\text{г}}$ – длина открыто проложенных вертикально и горизонтально трубопроводов, м.

Расчеты сведены в таблицу В.1.

Расчет фактического теплового потока радиатора "PRADO"

Тепловой поток отопительного прибора $Q_{\text{пр}}$, Вт, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле

$$Q_{\text{пр.факт}} = Q_{\text{н}} \cdot \left(\frac{\Theta}{70} \right)^{1+n} \cdot c \cdot \left(\frac{M_{\text{пр}}}{0,1} \right)^m \cdot b \cdot p \quad (27)$$

где $Q_{\text{н}}$ – номинальный тепловой поток при нормальных условиях, Вт;

Θ – фактический температурный напор, °С, определяемый по формуле

$$\Theta = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} - t_{\text{в}} \quad (28)$$

где $t_{\text{н}}, t_{\text{к}}$ – соответственно начальная и конечная температуры теплоносителя (на входе и выходе отопительного прибора), °С;

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха, °С;

70 – нормированный температурный напор, °С;

c – поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается влияние схемы движения теплоносителя;

n, m – эмпирические показатели степени соответственно при относительных температурном напоре и расходе теплоносителя;

$M_{\text{пр}}$ – фактический массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/с;

0,1 – нормированный массовый расход через отопительный прибор, кг/с;

b – безразмерный поправочный коэффициент на расчетное атмосферное давление;

p – безразмерный поправочный коэффициент, с помощью которого учитывается специфика зависимости теплового потока и коэффициента теплопередачи панельного радиатора от его длины; при движении воды по схеме сверху-вниз принимается $p=1$.

Таблица 3.3 – расчетные коэффициенты для стального панельного радиатора

Тип прибора	n	c	m	p	b
PRADO 20-500	0,28	1	0	1	1
PRADO 21-500	0,3	1	0	1	1

Расчет фактического теплового потока радиаторов "Rifar Classic 500"

$$Q_{\text{пр.факт.}} = Q_{\text{ну}} \cdot \varphi_{\text{к}} \quad (29)$$

где $Q_{\text{ну}}$ – то же, что и в формуле (21);

$\varphi_{\text{к}}$ – комплексный коэффициент приведения $Q_{\text{ну}}$ к расчетным условиям, определяемый по формуле

$$\varphi_{\text{к}} = \left(\frac{\Theta}{70}\right)^{1+n} \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^P b \Psi c \quad (30)$$

где Θ – то же, что и в формуле (22);

$G_{\text{пр}}$ – расход воды в приборе, кг/ч;

b – коэффициент учета влияния атмосферного давления [15, таблица 9.1];

Ψ – коэффициент учета направления движения воды [15, таблица 9.11]

n, P, c – коэффициенты, зависящие от типа отопительного прибора

Таблица 3.4 – расчетные коэффициенты для алюминиевого радиатора

Тип прибора	n	c	Ψ	p	b
Rifar Classic 500	0,3	1	1	0	1

Минимально допустимое количество секций радиатора N_{min} , шт.

$$N_{\text{min}} = \frac{Q_{\text{пр}} \beta_4}{Q_{\text{пр.факт.}} \beta_3} \quad (31)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – нагрузка отопительного прибора, Вт, формула (19);

$Q_{\text{пр.факт.}}$ – фактический тепловой поток секции (панели) отопительного прибора, Вт, формулы (21,23);

β_4 – коэффициент учета способа установки радиатора [15, таблица 9.12], при открытой установке $\beta_4=1$;

β_3 – коэффициент учета числа секций радиатора, рассчитывается по формуле

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot Q_{\text{ну}}} \quad (32)$$

где N – фактическое количество секций отопительного прибора, шт.;

$Q_{\text{ну}}$ – номинальный тепловой поток отопительного прибора, Вт.

Глава 4 Расчет воздухообменов помещений

4.1 Расчет количества поступающих вредностей

При определении воздухообмена для систем вентиляции следует учитывать одновременные теплопоступления от всех источников.

- Расчет поступления вредностей от людей

Тепловыделения человека суммируются отдачей явного и скрытого тепла, которые зависят в основном от категории работ, температуры и подвижности окружающего воздуха, а также теплозащитных свойств одежды.

Так как количество людей в каждом помещении неизвестно, то это значение определяется исходя из нормативных значений площади на одного человека, которая составляет 2,5 м² для учебных помещений и столовой; 7,5 м² для кабинетов технологии; 1,2 м² для библиотеки; 4,5 м² для кабинетов информатики.

Теплопоступления полные $Q_{\text{люди}}^{\text{полн}}$, Вт, и явные $Q_{\text{люди}}^{\text{явн.}}$, Вт, определяются по формуле

$$Q_{\text{люди}}^{\text{полн}} = q_{\text{полн}} \cdot N \quad (33)$$

$$Q_{\text{люди}}^{\text{явн.}} = q_{\text{явн.}} \cdot N \quad (34)$$

где $q_{\text{полн}}$, $q_{\text{явн.}}$ – удельные теплопоступления от человек, Вт/чел. [18, таблица 6.1];

N – количество людей, находящихся в расчетном помещении, чел..

Поступления влага от людей $M_{\text{вл.}}^{\text{люди}}$, г/ч

$$M_{\text{вл.}}^{\text{люди}} = g_{\text{вл.}} \cdot N \quad (35)$$

где $g_{\text{вл.}}$ – удельное выделение влаги одним человеком, г/час.

- Теплопоступления от ламп и осветительных приборов

Теплопоступления от ламп и осветительных приборов $Q_{\text{осв.}}$, Вт, рассчитываются только для холодного периода по формуле

$$Q_{\text{осв.}} = \eta \cdot N_{\text{осв.}} \quad (36)$$

Таблица 4.1 – Количество вредностей, поступающих от людей

№ пом.	Период года	Количество людей	Тепловыделения		Влага, г/ч
			явные, Вт	полные, Вт	
2	ХП	40	4200	8200	5600
	ТП		3080	8040	7040
18	ХП	58	6264	8932	3886
	ТП		4176	8468	6206
19	ХП	2	351	621	384
	ТП		231	603	528
11.12	ХП	11	1188	1694	737
	ТП		792	1606	1177
11.20	ХП	11	1188	1694	737
	ТП		792	1606	1177

Примечание: ХП – холодный период; ТП – теплый период

где η - доля тепла, поступающей в рабочую зону, зависит от способа установки источника освещения [18, таблица 6.3];

$N_{\text{осв}}$ – установленная мощность ламп в помещении, Вт, при отсутствии данных принимается по формуле

$$N_{\text{осв}} = q_{\text{осв}} \cdot F \quad (37)$$

где F – площадь пола помещения, м²;

E – удельная установленная мощность, Вт/м² [18, таблица 6.2]

Таблица 4.2 – теплоступления от освещения

№ пом.	F , м ²	$q_{\text{осв}}$, Вт/м ²	η	$N_{\text{осв}}$, Вт	$Q_{\text{осв}}$, Вт
2	149,5	25	0,6	3737,5	2242,5
18	144,5	14		2023,0	1213,8
19	30,8	25		770,0	462,0
11.12	50,2	25		1255,0	753,0
11.20	51,9	25		1297,5	778,5

- Теплопоступления через световые проемы

Максимальные теплопоступления от солнечной радиации через окна в здание $Q_{с.р.}$, Вт, происходят в период максимального солнечного облучения наружной поверхности. Эти теплопоступления складываются из тепла прямой $Q_{пр}$ и рассеянной $Q_{тп}$, Вт, солнечных радиаций

$$Q_{с.р.} = Q_{пр} + Q_{тп} \quad (38)$$

Количества тепла, поступающего с прямой солнечной радиацией $Q_{пр}$, Вт, определяется по формуле

$$Q_{пр} = (q_{п} \cdot K_{инс} + q_{р} \cdot K_{обл}) \cdot A_{ок} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \quad (39)$$

где $q_{п}$; $q_{р}$ – максимальная интенсивность прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на светопроем, Вт/м². Значение зависит от географической широты района строительства и ориентации ограждения [18, таблица 6.4];

$A_{ок}$ – площадь светового проема, м²;

β_1 – коэффициент теплопропускания окон с учетом затенения непрозрачной частью заполнения светопроема [18, таблица 6.5]

β_2 – коэффициент теплопропускания прозрачной частью заполнения светопроема. [18, таблица 6.6]

β_3 – коэффициент теплопропускания нестационарными солнцезащитными устройствами [18, таблица 6.7]

$K_{инс}$ – коэффициент инсоляции, учитывающий долю прошедшего потока падающей на вертикальный световой проем солнечной радиации после затенения наружными козырьками или вертикальными ребрами; определяется по формуле

$$K_{инс} = \left(1 - \frac{L_k \cdot k_1 - a}{H}\right) \cdot \left(1 - \frac{L_p k_2 - c}{B}\right) \quad (40)$$

где L_k – вылет козырька, м.;

a – расстояние от козырька до верха окна, м.;

H – высота светопроема, м.;

L_p – вылет ребра, м.;

c – расстояние от ребра до ближайшего откоса окна, м.;

B – ширина светопроема, м.;

k_1, k_2 – коэффициенты [18, таблица 6.8].

$K_{обл}$ – коэффициент облучения поверхности светопроема рассеянной радиацией.

Если расчетное значение $K_{инс}$ отрицательное, это означает, что окно полностью затенено от прямых солнечных лучей и в расчете тепlopоступлений от солнечной радиации следует принять $K_{инс} = 0$

Таблица 4.3 Тепlopоступления с прямой солнечной радиацией

№ пом.	$q_{п},$ Вт/м ²	$q_{р},$ Вт/м ²	$K_{инс}$	$K_{обл}$	$A_{ок},$ м ²	β_1	β_2	β_3	$Q_{пр},$ Вт
2	582	91	0,58	0,85	28,8	0,66	0,4	0,4	2462,1
18					19,2				1641,4
19					9,6				820,7
11.12					12,9				1102,8
11.19					12,9				1102,8

Тепlopоступления через заполнения светопроемов за счет теплопередачи в результате разности температур и нагрева стекол солнцем $Q_{тп}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{тп} = (t_{н} + (q_{п} \cdot K_{инс} + q_{р} \cdot K_{обл}) \cdot \frac{P}{\alpha_{н}} - t_{в}) A_{ок} \cdot K \quad (41)$$

где $t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С;

P – коэффициент поглощения солнечной радиации заполнением светопроема;

$t_{в}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

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

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью остекления, Вт/м², определяется по формуле

$$\alpha_n = 1,16 \cdot (5 + 10\sqrt{v}) \quad (42)$$

Итоговые теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы определяются:

- Либо наиболее выгодно расположенное направление (световых проемов, ориентированных на южную сторону);
- Либо 70 % от взаимно перпендикулярных светопроемов.

Таблица 4.4 – Теплопоступления через световые проемы

№ пом.	$A_{ок}, м^2$	$t_n, °C$	$\alpha_n, Вт/м^2$	P	$K, Вт/(м^2 \cdot °C)$	$Q_{тп}, Вт$
2	28,8	21	5,8	0,06	1,25	46,6
18	19,2					31,1
19	9,6					15,5
11.12	12,9					20,9
11.20	12,9					20,9

Таблица 4.5 – Суммарные теплопоступления через световые проемы

№ пом.	$Q_{пр}, Вт$	$Q_{тп}, Вт$	$Q_{с.р.}, Вт$
2	2462,1	46,6	2508,7
18	1641,4	31,1	1672,5
19	820,7	15,5	836,2
11.12	1102,8	20,9	1123,7
11.20	1102,8	20,9	1123,7

- Теплопоступления через покрытие здания

Поступления солнечной радиации через покрытия $Q_{с.р.}, Вт$, определяются только для теплого периода года. Расчет необходимо производить только для тех помещений, над которыми находятся

бесчердачные перекрытия. Теплопоступления через покрытия не учитываются, если в помещении имеется подшивной потолок, но, если имеется подшивной потолок без вентилирования, учитывается с коэффициентом = 0,6

$$Q_{\text{с.р.п.}} = (t_{\text{н.у}} - t_{\text{в}}) \frac{F_n}{R_n} \quad (43)$$

где R_n – Сопротивление теплопередачи покрытия, (м²·°С)/Вт

$t_{\text{н.у}}$ – условная наружная температура воздуха над покрытием, °С

$$t_{\text{н.у}} = t_{\text{н}} + q_{\text{ср}} \frac{\rho_n}{\alpha_n} \quad (44)$$

$t_{\text{н}}$ – наружная температура воздуха в теплый период [10];

$q_{\text{ср}}$ – среднесуточный тепловой поток солнечной радиации на горизонтальную поверхность, Вт/м²;

ρ_n - коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью покрытия:

- Алюминий листовой $\rho_n=0,5$
- Асфальтобетон $\rho_n=0,9$
- Светлый гравий $\rho_n=0,65$
- Рубероид $\rho_n=0,9$
- Сталь листовая $\rho_n=(0,8-0,6)$
- Сталь, оцинкованная $\rho_n=0,65$
- Черепица $\rho_n=0,7$
- Шифер $\rho_n=0,65$

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, Вт/(м²·°С)

$$\alpha_n = 1,163 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{v_{\text{н}}}) \quad (45)$$

$v_{\text{н}}$ – расчетная скорость ветра для теплого периода года, м/с.

Таблица 4.6 – Теплопоступления через покрытие

№ пом.	$F_n, \text{ м}^2$	ρ_n	α_n Вт/(м ² °С)	$q_{пр},$ Вт/м ²	$q_p,$ Вт/м ²	$q_{ср},$ Вт/м ²	$t_{н.у},$ °С	$Q_{с.р.п.},$ Вт
2	149,5	0,9	5,8	628	91	360	76,9	791,8
18	144,5							765,3
19	30,8							163,1
11.20	51,9							274,9

- Теплопоступления электрического оборудования

Теплопоступления от электрического оборудования $Q_{э.о.}$, Вт, при известных тепловыделениях одного оборудования

$$Q_{э.о.} = q_{э.о.} \cdot n \quad (46)$$

где $q_{э.о.}$ – тепловыделения одного оборудования, Вт;

n – количество оборудования в помещении, шт..

В случае отсутствия данных теплопоступления от электрического оборудования $Q_{э.о.}$, Вт, определяются по общей мощности оборудования с учетом его загрузки, эффективности работы местных отсосов, установленных над ним, и одновременности работы

$$Q_{э.о.} = 1000 \cdot K_o \cdot \sum N_{об} \cdot K_з \cdot (1 - K_{укр}) \quad (47)$$

где $N_{об}$ – установленная мощность электрического оборудования, кВт;

K_o – коэффициент одновременности работы электрооборудования в расчетном помещении. Для горячих цехов столовых принимается $K_o=0,8$

$K_з$ – коэффициент загрузки теплового оборудования;

$K_{укр}$ – коэффициент эффективности работы местного отсоса. При устройстве приточно-вытяжной локализирующей вентиляции

$K_{укр}=0,75$;

Таблица 4.7 – теплопоступления от электрического оборудования

№ пом.	$N_{об}, \text{ кВт}$	K_o	$K_з$	$K_{укр}$	$q_{э.о.}, \text{ Вт}$	$n, \text{ шт}$	$Q_{э.о.}, \text{ Вт}$
19	9,16	0,8	0,8	0,75	-	-	1466

Окончание таблицы 4.7

№ пом.	$N_{об}$, кВт	K_o	$K_з$	$K_{укр}$	$q_{э.о.}$, Вт	n , шт	$Q_{э.о.}$, Вт
11.12	-	-	-	-	100	11	1100
11.20	-	-	-	-	100	11	1100

- Теплопоступления от остывающей пищи

Поступления явной теплоты от остывающей пищи $Q_{пищ.я}$, Вт, в столовых определяются по формуле

$$Q_{пищ.я} = g \cdot c_{ср} \cdot (t_H - t_K) \cdot \frac{n}{\tau \cdot 3,6} \quad (48)$$

где g – средняя масса блюд, приходящихся на одного посетителя, для столовых принимается $g=0,85$ кг;

$c_{ср}$ – средняя теплоемкость пищи, принимается $c_{ср}=3,35$ кДж/(кг·°С);

t_H – начальная температура пищи, поступающей в столовую, $t_H=70$ °С;

t_K – конечная температура пищи, в момент потребления, $t_K=40$ °С;

n – число посетителей столовой;

τ – продолжительность приема пищи, для столовых $\tau=0,5-0,75$ часа.

Условно считается, что скрытые теплопоступления, поступающие от пищи равны явным, в этом случае полные теплопоступления $Q_{пищ.п}$, Вт определяются по формуле

$$Q_{пищ.п} = 2 \cdot Q_{пищ.я} \quad (49)$$

Таблица 4.8 – Тепло- влагопоступления от пищи

№ пом.	g , кг	t_H , °С	t_K , °С	n , шт.	τ , час.	$Q_{пищ.я}$, Вт	$Q_{пищ.п}$, Вт	K	$M_{вл}$, кг/ч
18	0,85	70	40	58	0,3	4587,6	9175,3	0,34	2,16

- Выделение влаги от остывающей пищи

Количество испаряющейся влаги $M_{вл}$, кг/ч, от остывающей пищи

$$M_{\text{вл}} = \frac{K \cdot g \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \cdot n}{\tau \cdot \left(2500 + 1,8 \cdot \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2}\right)} \quad (50)$$

где K – понижающий коэффициент, учитывающий наличие на пище жировой пленки, принимается $K=0,34$;

$g, c_{\text{ср}}, t_{\text{н}}, t_{\text{к}}, n, \tau$ – то же, что и в формуле (48).

- Тепловой баланс помещения

В теплый период года суммарные явные $Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}$; полные $Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}$ тепlopоступления, Вт

$$Q_{\text{явн}}^{\text{общ}} = Q_{\text{люди}}^{\text{явн}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{с.р.п.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{э.о.}} + Q_{\text{пищ.я}} \quad (51)$$

$$Q_{\text{полн}}^{\text{общ}} = Q_{\text{люди}}^{\text{полн}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{с.р.п.}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{э.о.}} + Q_{\text{пищ.п}} \quad (52)$$

В холодный период года явные $Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}$ и полные $Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}$, Вт тепlopоступления

$$Q_{\text{явн}}^{\text{общ}} = Q_{\text{люди}}^{\text{явн}} + Q_{\text{освещ.}} + Q_{\text{э.о.}} + Q_{\text{пищ.я}} \quad (53)$$

$$Q_{\text{полн}}^{\text{общ}} = Q_{\text{люди}}^{\text{полн}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{э.о.}} + Q_{\text{пищ.п}} \quad (54)$$

- Расчет температур приточного и вытяжного воздуха

Температура приточного воздуха в теплый период года $t_{\text{пр}}$, °С, принимается с превышением наружного воздуха $t_{\text{н.А}}$, °С на величину подогрева в вентиляторе, который, как правило, составляет не больше 1°С

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{н.А}} + 1 \quad (55)$$

В холодный период года температура приточного воздуха принимается на (2-6)°С ниже расчетной температуры воздуха в помещении $t_{\text{в}}$, °С.

Температура удаляемого воздуха $t_{\text{у}}$, °С, в системе приточно-вытяжной вентиляции рассчитывается по формуле

$$t_{\text{у}} = t_{\text{в}} + \text{grad}(t) \cdot (H - h) \quad (56)$$

где $t_{\text{в}}$ – температура воздуха в рабочей зоне, °С;

$\text{grad}(t)$ – градиент температуры воздуха по высоте помещения, принимается

– Для зала столовой 1,3 °С/м;

– Для помещения готовочной 2,0 °С/м;

H – высота помещения, м;

h - высота рабочей зоны в помещении; в помещениях, где люди находятся в стоячем положении, принимается 2,0 м., в случае, когда люди сидят 1,5 м.

Таблица 4.9 – Температуры приточного, удаляемого воздуха

№ пом.	H , м	h , м	$grad(t)$, °С/м	$t_{в}$, °С		$t_{у}$, °С		$t_{пр}$, °С	
				ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП
2	5,0	2,0	1,0	20,0	24,0	23,0	27,0	16,0	22,0
18	5,0	1,5	1,3	18,0	24,0	22,6	28,6	14,0	22,0
19	5,0	2,0	2,0	18,0	24,0	24,0	30,0	14,0	22,0
11.12	3,6	1,5	1,0	18,0	24,0	20,1	26,1	16,0	22,0
11.20	3,6	1,5	1,0	18,0	24,0	20,1	26,1	16,0	22,0

Таблица 4.10 – Избыточные тепловыделения помещений

№ пом.	Люди, Вт				Солнечная радиация		Освещение Вт	Оборудование Вт	Пища, Вт		Итого, Вт			
	явные		полные		проемы Вт	покрытие Вт			явные	полные	явные		полные	
	ХП	ТП	ХП	ТП							ХП	ТП	ХП	ТП
2	4200	3080	8200	8040	2509	792	2243	-	-	-	6442	6380	10443	11340
18	6264	4176	8932	8468	1673	765	1214	-	4588	9175	12065	11201	19321	20081
19	351	231	621	603	836	163	462	1466	-	-	2279	2696	2549	3068
11.12	1188	792	1694	1606	1124	0	753	1100	-	-	3041	3016	3547	3830
11.20	1188	792	1694	1606	1124	275	779	1100	-	-	3067	3291	3573	4105

Таблица 4.11 – Избыточное поступление влаги в помещения

№ пом.	Люди, кг/ч		Пища, кг/ч	Итого, кг/ч	
	ХП	ТП		ХП	ТП
2	5,60	7,04	-	5,60	7,04
18	3,89	6,21	2,16	6,05	8,37
19	0,38	0,53	-	0,38	0,53
11.12	0,74	1,18	-	0,74	1,18
11.20	0,74	1,18	-	0,74	1,18

4.2 Расчет воздухообмена из условий ассимиляции вредностей

- Расчет направления луча процесса

Луч процесса ε , кДж/кг, показывает изменение состояния воздуха с помощью i-d диаграммы, определяется по формуле

$$\varepsilon = 3,6 \cdot \frac{Q_{\text{полн}}}{M_{\text{вл.}}} \quad (57)$$

Таблица 4.12 – Направление луча процесса

№ пом.	$Q_{\text{полн}}$, Вт		$M_{\text{вл.}}$, кг/ч		ε , кДж/кг	
	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП
2	10443	11340	5,60	7,04	7290	6713
18	19321	20081	6,05	8,37	11956	11503
19	2549	3068	0,38	0,53	28762	23893
11.12	3547	3830	0,74	1,18	18707	17325
11.20	3573	4105	0,74	1,18	20049	17450

Массовый воздухообмен из условий ассимиляции явной теплоты $G_{\text{я}}$, кг/ч

$$G_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}}{c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{п}})} \quad (58)$$

где $Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}$ – теплоизбытки явной теплоты, Вт;

c – теплоемкость воздуха, $c=1,005$ кДж/(кг·°С);

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{п}}$ – температура приточного воздуха, °С.

Массовый расход воздуха из условий ассимиляции полной теплоты $G_{\text{я}}$, кг/ч

$$G_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}}{I_{\text{в}} - I_{\text{п}}} \quad (59)$$

где $Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}$ – теплоизбытки полной теплоты, Вт;

$I_{\text{в}}$ – энтальпия воздуха внутри помещения, кДж/кг;

$I_{\text{п}}$ – энтальпия приточного воздуха, кДж/кг.

Массовый воздухообмен по влаге $G_{\text{вл.}}$, кг/ч

$$G_{\text{вл.}} = \frac{M_{\text{вл.}}}{d_{\text{в}} - d_{\text{п}}} \quad (60)$$

$M_{\text{вл.}}$ – избытки влаги в помещении, кг/ч;

$d_{\text{в}}$ – влагосодержание воздуха внутри помещения, г/кг;

$d_{\text{п}}$ – влагосодержание приточного воздуха, г/кг.

Таблица 4.13 – Расчетный воздухообмен в холодный период года

№ пом.	$t_{\text{в}}$, °С	$t_{\text{п}}$, °С	$Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}$, Вт	$Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}$, Вт	$M_{\text{вл.}}$, кг/ч	$I_{\text{в}}$, кДж/кг	$I_{\text{п}}$, кДж/кг	$d_{\text{в}}$, г/кг	$d_{\text{п}}$, г/кг	L, м³/ч
2	20	16	6442	10443	5,60	22,6	16,5	1,00	0,20	3011
18	18	14	12065	19321	6,05	19,8	14,5	0,50	0,20	5928
19	18	14	2279	2549	0,38	19,0	14,5	0,30	0,25	1280
11.12	18	16	3041	3547	0,74	18,8	16,5	0,25	0,20	2457
11.20	18	16	3067	3573	0,74	18,8	16,5	0,25	0,20	2457

Таблица 4.14 – Расчетный воздухообмен в теплый период года

№ пом.	$t_{\text{в}}$, °С	$t_{\text{п}}$, °С	$Q_{\text{явн}}^{\text{общ}}$, Вт	$Q_{\text{полн}}^{\text{общ}}$, Вт	$M_{\text{вл.}}$, кг/ч	$I_{\text{в}}$, кДж/кг	$I_{\text{п}}$, кДж/кг	$d_{\text{в}}$, г/кг	$d_{\text{п}}$, г/кг	L, м³/ч
2	24	22	6380	11340	7,04	47,0	43,8	9,00	8,50	4191
18	24	22	11201	20081	8,37	46,2	43,9	9,50	8,50	5105
19	24	22	2696	3068	0,53	46,0	44,8	8,60	8,50	1100
11.12	24	22	3016	3830	1,18	46,1	43,8	8,65	8,50	3270
11.20	24	22	3291	4105	1,18	46,1	43,8	8,65	8,50	3270

4.2 Определение воздухообмена по санитарным нормам

Воздухообмен по санитарно-гигиеническим требованиям $L_{\text{норм}}$, м³/ч определяется из расчета 20 м³/ч на человека [9]

$$L_{\text{норм}} = L_{\text{уд}} \cdot N \quad (61)$$

где $L_{\text{уд}}$ – удельный расход воздуха на одного человека, м³/ч;

N – количество людей в помещении, чел.

4.3 Определение воздухообмена по нормативной кратности

Воздухообмен по нормативной кратности $L_{кр}$, м³/ч, определяется по формуле

$$L_{кр} = k \cdot V \quad (62)$$

где k – нормативная кратность воздухообмена в помещении, 1/ч, [9, 17];

V – объем помещения, м³.

4.4 Расчет местного отсоса

Местный отсос располагается непосредственно над кухонным оборудованием, установленным в ряд, вплотную к стене. Габариты местного отсоса несколько больше, по сравнению с рядом кухонного оборудования.

Расстояние от поверхности кухонного оборудования до кромки местного отсоса z , м, не должно превышать 1,1 м;

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

Расход воздуха в конвективном потоке L_{ki} , м³/ч, рассчитывается по формуле

$$L_{ki} = k Q_k^{\frac{1}{3}} (z + 1,7D)^{5/3} r \quad (63)$$

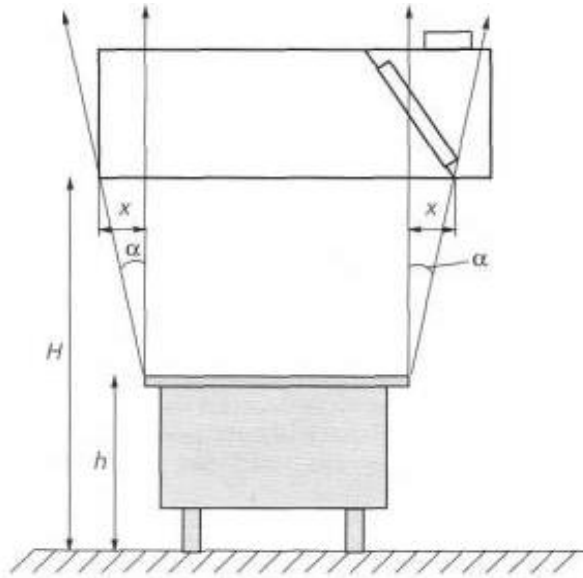
где k – экспериментальный коэффициент, равный $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{4/3} \cdot \text{Вт}^{1/3} \cdot \text{с}^{-1}$;

z – расстояние от поверхности оборудования до местного отсоса, м;

D – гидравлический диаметр поверхности кухонного оборудования, м., определяется по формуле (65);

r – поправка на положение источника теплоты по отношению к стене

Минимальный вылет местного отсоса определяется в соответствии с рисунком 3.1



Если $(H-h) < 1,2$ м., то $x = 0,2$ м.;

Если $(H-h) > 1,2$ м., то

$x = 0,2 + (H-h - 1,2) \cdot 0,208$ м.

H – расстояние от пола до нижней точки отсоса, м; h – высота кухонного оборудования, м; x – вылет местного отсоса, м.

Рисунок 3.1 – размеры местного отсоса

Таблица 4.15 – поправка на положение источника

Положение оборудования	Коэффициент r
Свободно стоящее	1
У стены	0,63 В/А, не менее 0,63, не более 1
В углу	0,4

Q_k – доля конвективных тепловыделений оборудования, Вт

$$Q_k = Q_T \cdot K_y \cdot K_k \cdot K_o \quad (64)$$

где Q_T – установленная мощность кухонного оборудования, кВт;

K_y – доля явных тепловыделений от установленной мощности [22, таблица А.1];

K_k – доля конвективных тепловыделений, при отсутствии данных принимается $K_k = 0,5$;

K_o – коэффициент одновременности работы оборудования [22, таблица Б.1];

Гидравлический диаметр D , м, поверхности кухонного оборудования принимается по формуле

$$D = \frac{2AB}{A+B} \quad (65)$$

где A, B длина и ширина кухонного оборудования, м.

Объемный расход продуктов сгорания кухонного оборудования, работающего на электроэнергии равен нулю. Исходя из этого расход воздуха, удаляемого местным отсосом равен расходу воздуха в конвективном потоке L_{ki} , м³/ч.

Таблица 4.16 – Расчетные данные местного отсоса

№ пом.	k	Q_T , кВт	$K_{я}$	K_K	K_O	z , м.	D , м.	A , м.	B , м.	r	L_{ki} , м ³ /ч
19	0,005	42,8	350	0,5	0,8	0,6	1,3	3,1	0,8	1	1080,4

4.5 Воздушный баланс блоков здания

Таблица 4.17 – Предварительный воздушный баланс

№ блока	Помещения в блоке	Приток, м ³ /ч	Вытяжка, м ³ /ч	Дисбаланс, м ³ /ч
1	1.1-1.6; 7.1; 8.1; 9.1; 10.1-10.3; 11.1; 12.1; 13.1	2461	3265	804
2	14; 15; 16; 17	969	1197	228
3	2; 3; 4; 5; 6; 10.4; 10.5; 12.2; 12.3	4940	5168	228
4	18; 20; 19; 10.6; 12.5; 21	7424	7554	130
5	1.8-1.14; 10.7; 10.8; 26; 24.2; 10.12	6109	6791	682
6	24.1; 23.1; 1.15; 22; 1.16; 25	900	1362	462
7	23.2; 1.17-1.22; 10.9-10.11; 1.23; 13.2	5489	6164	674
8	23.3; 1.24; 23.4; 1.25; 7.2	1260	1403	143

После достижения воздушного баланса в блоках здания, в соответствии с [6, п 7.5.1] необходимо создать положительный дисбаланс в объеме не более 0,5 кратного воздухообмена. Принятый воздухообмен представлен в таблице Д.1

Глава 5 Расчет систем вентиляции

5.1 Определение схемы воздухообмена помещений

Схема воздухообмена помещений подбирается согласно [21] исходя из назначения помещения, конструктивных особенностей, размеров, расположению рабочих мест.

Таблица 5.1 – Схемы воздухообменов помещений

Назначение помещения	Схема воздухообмена
Учебные кабинеты, за исключением кабинетов информатики; спортивный зал; раздевалки; столовая; гардеробная	Подача воздуха сверху-вниз наклонными струями (30°); удаление из верхней зоны
Кабинеты информатики; готовочная	Подача воздуха сверху-вниз настилающимися на потолок струями; удаление из верхней зоны
Коридор	Подача воздуха сверху-вниз настилающимися веерными струями

5.2 Подбор воздухораспределителей

Подбор воздухораспределителей осуществляется исходя из:

- нормируемой подвижности воздуха в рабочей зоне помещения $v_n=0,1$ м/с, [3, пункт 6.4] при этом в [6] изложена методика приведения нормируемой скорости движения воздуха v_n , м/с, к допустимой $v_{доп}$, м/с

$$v_{доп} = K_n \cdot v_n \quad (66)$$

где K_{π} – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе воздуха, принимается в зависимости от категории работ, а также расположения людей, относительно приточной струи воздуха [6, таблица Б.1]

- Угла наклона жалюзи воздухораспределительной решетки;
- Дальности приточной струи воздуха, м;
- Допустимого уровня шума в помещении, дБ.

Дальность приточной струи воздуха определяется графически по паспортным данным воздухораспределителей.

5.3 Трассировка воздуховодов систем вентиляции

Согласно [6, п.7.11.11] не допускается прокладывать воздуховоды:

- транзитные – через лестничные клетки, тамбур-шлюзы, лифтовые холлы, через помещения защитных сооружений гражданской обороны;
- систем, обслуживающих помещения категорий А и Б, и систем отсосов взрывоопасных смесей – в подвалах и подпольных каналах;
- напорных участков систем местных отсосов взрывоопасных смесей, а также вредных веществ первого и второго класса опасности или неприятно пахнущих веществ – через другие помещения.

Воздуховоды, по которым перемещаются взрывоопасные смеси, не подпускается пересекать трубопроводами с теплоносителем.

Внутри воздуховодов, а также снаружи на расстоянии менее 100 мм от их стенок не допускается размещать газопроводы и трубопроводы с горючими веществами, кабели, электропроводку, токоотводы и канализационные трубопроводы; не допускается пересечение с этими коммуникациями. В шахтах с воздуховодами систем вентиляции не допускается прокладывать трубопроводы бытовой и производственной канализации.

На каждом ответвлении устанавливается огнезадерживающий клапан КОЗК2-60 для круглых воздуховодов, КОЗП2-60 для прямоугольных.

В данной работе применяется прокладка приточных воздуховодов с изоляционным слоем по кровле, помимо этого воздух, поступающий по этим системам необходимо перегреть на 4 °С для обеспечения оптимальных параметров, после прохождения кровли.

Прокладка приточных воздуховодов систем П5, П6, П7 осуществляется по коридорам с установкой приточных решеток, для уравнивания воздушного баланса, с ответвлениями в учебные кабинеты.

Для спортивного зала, раздевалок, столовой, зала готовочной предусмотрены отдельные системы приточных и вытяжных систем.

Все вентиляционные системы прокладываются вдоль ограждающих конструкций с необходимыми соблюдениями расстояний, указанных в разделе 1.4 данного документа.

Запроектировано наименьшее возможное количество пересечений воздуховодов. Помещения со схожим расходом воздуха, при нахождении на одном этаже, объединены в одну систему.

5.4 Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением

Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением производится в следующей последовательности:

- 1) Вычерчиваются аксонометрические схемы всех систем вентиляции;
- 2) Схемы разбиваются на участки с постоянным расходом воздуха;
- 3) Определяются длины участков l , м.;
- 4) Задаются размеры a и b , м., для прямоугольных воздуховодов и диаметры D , м., для круглых, исходя из скорости воздушного потока v , м/с;
- 5) В случае, если воздуховод прямоугольный определяется эквивалентный диаметр $D_{\text{ЭКВ}}$, м.

$$D_{\text{ЭКВ}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} \quad (67)$$

6) Рассчитывается площадь сечения воздуховода F , м²

$$F = \frac{3,14 \cdot D^2}{4} \quad (68)$$

7) Определяется удельное сопротивление по длине воздуховода R_l , Па/м, по справочным величинам [17, таблица VII.11];

8) Для прямоугольных воздуховодов задается поправочный коэффициент m , справочная величина [17, лист VII.11]

9) Производится расчет потерь давления по длине воздуховода ΔP_l , Па

$$\Delta P_l = R_l \cdot m \cdot l \quad (69)$$

10) Динамическое давление P_d , Па, определяется по формуле

$$P_d = \frac{\rho v^2}{2} \quad (70)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³;

11) Потери давления на преодоление местных сопротивлений участка воздуховода ΔP_ξ , Па

$$\Delta P_\xi = \sum \xi \cdot P_d \quad (71)$$

где $\sum \xi$ – сумма местных коэффициентов, принимаемых по справочным данным;

12) Общие потери давления на участке $\sum \Delta P$, Па, определяются суммой потерь давления по длине ΔP_l , Па, и потерь давления на преодоление местных сопротивлений ΔP_ξ , Па

$$\sum \Delta P = \Delta P_l + \Delta P_\xi \quad (72)$$

13) После расчета аэродинамических потерь давления на участках воздуховода, они уравниваются в стыковых точках системы с разностью не более 10 процентов. Расчеты представлены в приложении Ж.

$$\delta = \frac{\sum \Delta P_{max} - \sum \Delta P_{min}}{\sum \Delta P_{max}} \cdot 100\% < 10\% \quad (73)$$

5.5 Аэродинамический расчет систем с естественным побуждением

Расчет вентиляционных систем с естественным побуждением сводится тому, чтобы располагаемое давление $P_{расп}$, Па, было больше потерь давления в системе $\sum \Delta P$, Па, не менее чем на 10%.

$$P_{гр} = h \cdot \left(\frac{353}{t_n + 273} - \frac{353}{t_b + 273} \right) \cdot g \quad (74)$$

где h - расстояние от воздухозаборной решетки, м;

t_n – температура наружного воздуха, принимается $t_n=5^\circ\text{C}$ [6, п 7.1.10];

t_b – температура внутреннего воздуха помещения, $^\circ\text{C}$;

g – ускорение свободного падения, $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

Расчет приведен в таблице Е.1.

5.6 Расчет толщины слоя изоляции воздуховодов

Расчет производится при помощи программы для расчета и проектирования тепловой изоляции оборудования и трубопроводов EnFlex4. Сертификат соответствия №РОСС.RU.СП15.Н00546. №0896095. ООО ЦСПС – орган по сертификации программной продукции в строительстве.

Таблица 5.2 – Толщина изоляции поверхности воздуховодов

Характеристика	Система П6	Система П7
Ширина воздуховода, мм.	1000	1000
Высота воздуховода, мм.	600	600
Длина воздуховода, м.	32	40
Плотность воздуха, кг/м ³	1,205	1,205
Расход воздуха, кг/ч	9783	9117
Начальная температура, $^\circ\text{C}$	20	20
Конечная температура, $^\circ\text{C}$	16	16
Тип изоляции	Energoflex Black Star DUCT	Energoflex Black Star DUCT
Теплопроводность, Вт/(м· $^\circ\text{C}$)	0,035	0,035
Тип покрытия	Energopack ТК	Energopack ТК

Окончание таблицы 5.2

Характеристика	Система П6	Система П7
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	17,4	17,4
Толщина изоляции, мм	20	28

5.7 Подбор оборудования

-Воздухозаборная решетка

Подбор воздухоприемной решетки осуществляется по нормативной скорости потока воздуха в живом сечении $v_{жс}$, м/с

$$v_{жс} = \frac{L}{3600 \cdot F_0} \quad (75)$$

где L – расход воздуха, приходящийся на решетку, м³/ч;

F_0 – площадь живого сечения решетки, м².

Наружные решетки подбираются в соответствии с каталогом [21].

-Воздушный клапан

Воздушный клапан подбирается на скорость потока воздуха 6-20 м/с. Подбор осуществляется в соответствии с каталогом [20].

Клапаны ВКп применяются в качестве запорных, регулирующих, смесительных устройств. В данном проекте предусматривается применение клапанов северного исполнения, в которых установлены специальные элементы внутри створок, препятствующие образованию инея или льда и обеспечивает надежную работу клапана в условиях сверхнизких температур (ниже минус 40 °С).

-Воздушный фильтр

Подбор воздушного фильтра производится в зависимости от расхода воздуха и необходимого класса очистки [20]. В общеобразовательных учреждениях достаточно класса очистки EU4.

-Калорифер

Калорифер подбирается по параметрам: расхода, температуры наружного воздуха, а также температуры воздуха, до которой необходимо его нагреть [20].

-Вентилятор

Подбор вентилятора осуществляется по расходу воздуха и потерям давления в системе, включая потери на воздухозаборной решетке, воздушном клапане, фильтре, калорифере и шумоглушителе.

-Шумоглушитель

Шумоглушитель подбирается в зависимости от шумовых характеристик вентилятора. В каждой октавной полосе частот уровень шума должен соответствовать допустимому уровню в помещении [20].

Сводная таблица подбора оборудования приведена в приложении И

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан проект систем отопления и вентиляции общеобразовательной школы поселка Сангар.

Нагрузка на систему отопления составила 160,05 кВт. Проектом предусмотрено пять веток системы отопления с вертикальной прокладкой трубопровода и одна ветка с горизонтальной прокладкой. Все системы являются двухтрубными с тупиковым движением теплоносителя. Наибольшие гидравлические потери составляют 7127,8 Па, при расходе 707,1 кг/ч.

Общий расход приточного воздуха на здание составил 33003 м³/ч. Максимальные аэродинамические потери системы 374 Па, при расходе 4188 м³/ч. Оборудование подобрано в соответствии с [20, 21], а также вентиляторов systemair. Запроектировано 34 системы естественной вентиляции, 7 приточных систем, 5 вытяжных.

Принятые, в ходе разработки, решения соответствуют современным требованиям нормативной документации.

Список используемых источников

1. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. 1995. 31 с.
2. ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. Госстрой России, 2003. 38 с.
3. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России, 2012. 100 с.
5. СП 51.13330.2011. Защита от шума. М.: Минрегион России, 2011. 46 с.
6. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Минстрой России, 2016. 104 с.
7. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. М.: Минрегион России, 2012. 56 с.
8. СП 73.13330.2016. Свод правил. Внутренние санитарно-технические системы зданий. М.: Минстрой России, 2016. 39 с.
9. СП 118.13330.2012*. Общие требования к общественным зданиям и сооружениям. М.: Минрегион России, 2012. 82 с.
10. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. М.: Минрегион России, 2012. 120 с.
11. СП 251.1325800.2016. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2015. 49 с.
12. ВСН 353-86. Проектирование и применение воздуховодов из унифицированных деталей. Госстрой СССР. 1987. 29 с.

13. СТО НП "АВОК" 1.05-2006. Условные графические обозначения в проектах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоснабжения. 2006. 49 с.
14. Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие. М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. 144 с.
15. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и доп. М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
16. Справочник по теплогазоснабжению и вентиляции. Книга первая. Отопление и теплоснабжение. Р.В. Щекин, С.М. Кореневский, Г.Е. Бем и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1976. 418 с.
17. Справочник по теплогазоснабжению и вентиляции. Книга вторая. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Р.В. Щекин, С.М. Кореневский, Г.Е. Бем и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1976. 353 с.
18. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Порецкий В.В., Березович И.С., Стомахина Г.И. Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. 308 с.
19. ТТК 07.33. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Госстрой СССР. 34 с.
20. Лиссант. Каталог - системы вентиляции. 2013. 471 с.
21. Каталог – воздухораспределители компании "Арктос". Указания по расчету и практическому применению. Издание пятое. 2008. 218 с.
22. Р НП "АВОК" 7.3-2007. Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания. А.В. Ливчак, М.А. Малахов. URL: <http://meganorm.ru/Data1/51/51518/index.htm#i172306>.
23. Технический каталог - справочник "Valtec". Шестая редакция. Веста Трейдинг, 2017. 767 с. URL: <https://valtec.ru/catalog/>
24. Технический каталог "Danfoss". URL: <http://heating.danfoss.ru/download/documentation/catalogs/>

Приложение А

Таблица А.1 – Теплотери ограждающих конструкций

№ пом.	Ограждающие конструкции	Ориентация	Площадь	$t_{в}-t_{н}$	$1/R_{факт}$	n	$Q_{осн.}$	$1+\sum\beta$	$Q_{добав}$	$Q_{инф}$	$Q_{быт}$	$Q_{пом}$
-	-	-	m^2	$^{\circ}C$	$Вт/(m^2 \cdot ^{\circ}C)$	-	Вт	-	Вт	Вт	Вт	Вт
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
1.1	НС1	С	25,2	68	0,20	1,00	334	1,15	384	825	100	2607
	НС2	3	22,0	68	0,20	1,00	292	1,10	321			
	О1	3	12,3	68	1,25	1,00	1046	1,10	1150			
	Пл	-	53,6	68	0,10	1,00	360	1,05	378			
1.2	НС1	3	16,8	68	0,20	1,00	222	1,05	233	825	100	2436
	О1	3	12,3	68	1,25	1,00	1046	1,05	1098			
	Пл	-	53,9	68	0,10	1,00	362	1,05	380			
28.1	НС1	С	8,5	68	0,20	1,00	113	1,15	11	1100	-	3670
	НС2	В	35,4	68	0,20	1,00	470	1,15	540			
	Д1	С	2,0	68	0,29	1,00	38	3,57	137			
	О1	В	16,4	68	1,25	1,00	1394	1,15	1603			
	Пл		39,4	68	0,10	1,00	265	1,05	278			
ЛК1	НС1	С	32,5	68	0,20	1,00	431	1,15	496	765	-	4452
	НС2	В	110,2	68	0,20	1,00	1462	1,15	1682			
	НС3	3	12,3	68	0,20	1,00	163	1,10	179			
	О1	С	7,1	68	1,25	1,00	605	1,15	696			
	Д1	В	3,1	68	0,29	1,00	60	3,35	200			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
ЛК1	Пл		22,3	68	0,10	1,00	150	1,05	157			
	Пт		22,3	68	0,17	1,00	264	1,05	277			
1.3	НС1	Ю	7,4	68	0,20	1,00	99	1,00	99	288	100	791
	О1	Ю	4,3	68	1,25	1,00	366	1,00	366			
	Пл	-	19,8	68	0,10	1,00	133	1,05	139			
1.4	НС1	Ю	17,2	68	0,20	1,00	228	1,00	228	865	100	2447
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,7	68	0,10	1,00	341	1,05	358			
1.5	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,00	224	865	100	2439
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,2	68	0,10	1,00	337	1,05	354			
1.6	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,00	224	865	100	2439
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,2	68	0,10	1,00	337	1,05	354			
7	НС1	Ю	3,4	68	0,20	1,00	45	1,00	45	288	100	690
	О1	Ю	4,3	68	1,25	1,00	366	1,00	366			
	Пл	-	13,0	68	0,10	1,00	87	1,05	92			
8	НС1	Ю	6,3	68	0,20	1,00	83	1,00	83	215	100	823
	О1	Ю	3,2	68	1,25	1,00	272	1,00	272			
	Пл	-	50,2	68	0,10	1,00	337	1,05	354			
9	НС1	Ю	13,8	68	0,20	1,00	183	1,05	192	577	-	2066
	НС2	В	10,9	68	0,20	1,00	144	1,15	166			
	О1	Ю	8,6	68	1,25	1,00	731	1,05	768			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
9	Пл	-	51,6	68	0,10	1,00	347	1,05	364			
10.1	НС1	С	4,9	68	0,20	1,00	65	1,10	72	0		109
	Пл	-	5,3	68	0,10	1,00	35	1,05	37			
10.2	НС1	С	11,2	68	0,20	1,00	148	1,10	163	402		1250
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пл	-	17,6	68	0,10	1,00	119	1,05	124			
10.3	НС1	С	11,9	68	0,20	1,00	157	1,10	173	402		1266
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пл	-	18,4	68	0,10	1,00	123	1,05	130			
11	НС1	С	10,3	68	0,20	1,00	137	1,10	150	201		728
	О1	С	3,0	68	1,25	1,00	255	1,10	281			
	Пл	-	13,7	68	0,10	1,00	92	1,05	97			
12.1	НС1	С	10,3	68	0,20	1,00	137	1,10	150	201		728
	О1	С	3,0	68	1,25	1,00	255	1,10	281			
	Пл	-	13,7	68	0,10	1,00	92	1,05	97			
13.1	НС1	С	10,0	68	0,20	1,00	132	1,10	145	201		721
	О1	С	3,0	68	1,25	1,00	255	1,10	281			
	Пл	-	13,3	68	0,10	1,00	90	1,05	94			
28.2	НС1	С	25,3	68	0,20	1,00	336	1,15	386	1073		4186
	О1	С	16,0	68	1,25	1,00	1360	1,10	1496			
	Пл	-	174,5	68	0,10	1,00	1172	1,05	1231			
28.3	НС1	Ю	31,9	68	0,20	1,00	423	1,05	444	563		3190
	НС2	З	10,9	68	0,20	1,00	144	1,10	158			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
28.3	Д1	Ю	3,9	68	0,29	1,00	75	3,25	243			
	О1	Ю	8,4	68	1,25	1,00	714	1,00	714			
	Пл	-	60,5	68	0,10	1,00	407	1,05	427			
	Пт		51,6	68	0,17	1,00	610	1,05	641			
ЛК2	НС1	С	4,65	68	0,20	1,00	62	1,15	71	255		1631
	НС2	В	13,65	68	0,20	1,00	181	1,15	208			
	О1	С	7,6	68	1,25	1,00	646	1,15	743			
	Пл		18,2	68	0,10	1,00	122	1,05	128			
	Пт		18,2	68	0,17	1,00	215	1,05	226			
14	НС1	3	21,4	68	0,20	1,00	283	1,10	312	1126		3485
	О1	3	16,8	68	1,25	1,00	1428	1,10	1571			
	Пл	-	67,6	68	0,10	1,00	454	1,05	477			
15	НС1	3	23,8	68	0,20	1,00	316	1,05	332	1126		3423
	О1	3	16,8	68	1,25	1,00	1428	1,05	1499			
	Пл	-	67,0	67	0,10	1,00	443	1,05	465			
16	НС1	3	12,6	68	0,20	1,00	167	1,05	175	477	100	1307
	Д1	3	2,1	68	0,29	1,00	41	3,47	144			
	О1	3	4,2	68	1,25	1,00	357	1,05	375			
	Пл	-	33,5	68	0,10	1,00	225	1,05	236			
17	НС1	3	8,4	68	0,20	1,00	111	1,05	117	564	100	1541
	О1	3	8,4	68	1,25	1,00	714	1,05	750			
	Пл	-	29,8	68	0,10	1,00	200	1,05	210			
28.4	НС1	В	43,6	68	0,20	1,00	578	1,10	636	960		3236

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
28.4	Д1	В	2,1	68	0,29	1,00	41	3,52	143			
	О1	В	11,4	68	1,25	1,00	969	1,10	1066			
	Пл	-	61,2	68	0,10	1,00	411	1,05	432			
2	НС1	С	64,2	70	0,20	1,00	877	1,15	1008	4170		15543
	НС2	З	46,7	70	0,20	1,00	638	1,10	702			
	НС3	Ю	64,2	70	0,20	1,00	877	1,05	921			
	Д1	З	3,3	70	0,29	1,00	66	3,52	232			
	О1	С	28,8	70	1,25	1,00	2520	1,15	2898			
	О3	Ю	28,8	70	1,25	1,00	2520	1,05	2646			
	Пл	-	149,5	70	0,10	1,00	1003	1,05	1053			
Пт	-	149,5	70	0,17	1,00	1822	1,05	1913				
3	НС1	С	17,0	68	0,20	1,00	226	1,10	248	0		394
	Пл	-	20,7	68	0,10	1,00	139	1,05	146			
5	НС1	С	15,1	70	0,20	1,00	206	1,10	227	200		866
	О1	С	2,9	70	1,25	1,00	254	1,10	279			
	Пл	-	22,0	70	0,10	1,00	152	1,05	159			
6	НС1	С	19,6	70	0,20	1,00	268	1,10	294	200		973
	О1	С	2,9	70	1,25	1,00	254	1,10	279			
	Пл	-	27,5	70	0,10	1,00	190	1,05	199			
12.2	НС1	С	19,7	68	0,20	1,00	261	1,10	287	389		1438
	О1	С	5,8	68	1,25	1,00	493	1,10	542			
	Пл	-	31,1	68	0,10	1,00	209	1,05	219			
28.5	НС1	Ю	28,9	68	0,20	1,00	383	1,00	383	409		1586

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
28.5	О1	Ю	6,1	68	1,25	1,00	520	1,00	520			
	Пл	-	38,8	68	0,10	1,00	261	1,05	274			
18	НС1	С	60,2	68	0,20	1,00	799	1,15	918	3218		12453
	НС2	Ю	69,8	68	0,20	1,00	926	1,05	972			
	О1	С	28,8	68	1,25	1,00	2448	1,15	2815			
	О2	Ю	19,2	68	1,25	1,00	1632	1,05	1714			
	Пл	-	144,5	68	0,10	1,00	971	1,05	1019			
	Пт	-	144,5	68	0,17	1,00	1710	1,05	1796			
12.3	НС1	С	24,5	68	0,20	1,00	325	1,10	358	0		608
	Пл	-	15,2	68	0,10	1,00	102	1,05	107			
	Пт	-	15,2	68	0,13	1,00	136	1,05	143			
21	НС1	С	16,0	68	0,20	1,00	212	1,10	234	0		427
	Пл	-	9,9	68	0,10	1,00	67	1,05	70			
	Пт	-	9,9	68	0,17	1,00	117	1,05	123			
12.4	НС1	С	20,5	68	0,20	1,00	272	1,15	313	0		1124
	НС2	В	29,0	68	0,18	1,00	350	1,15	402			
	Пл	-	21,0	68	0,10	1,00	141	1,05	148			
	Пт	-	21,0	68	0,17	1,00	249	1,05	261			
12.5	НС1	Ю	16,0	68	0,20	1,00	212	1,05	223	388		1448
	НС2	В	16,0	68	0,20	1,00	213	1,15	244			
	Д1	В	2,0	68	0,29	1,00	38	3,57	137			
	О1	В	3,0	68	1,25	1,00	255	1,15	293			
	Пл	-	8,2	68	0,10	1,00	55	1,05	58			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
12.5	Пт	-	8,4	68	0,17	1,00	99	1,05	104			
10.6	НС1	Ю	7,5	68	0,20	1,00	100	1,00	100	0		199
	Пл	-	5,1	68	0,10	1,00	34	1,05	36			
	Пт	-	5,1	68	0,17	1,00	60	1,05	63			
19	НС1	Ю	29,4	68	0,20	1,00	390	1,00	390	644		2141
	О1	Ю	9,6	68	1,25	1,00	816	1,00	816			
	Пл	-	41,3	68	0,10	1,00	278	1,05	292			
	Пт	-	41,3	68	0,17	1,00	489	1,05	514			
Второй этаж												
1.7	НС1	С	25,2	68	0,20	1,00	334	1,15	384	478	100	2549
	НС2	З	22,0	68	0,20	1,00	292	1,10	321			
	О1	З	12,3	68	1,25	1,00	1046	1,10	1150			
	Пл	-	53,6	68	0,10	1,00	360	1,05	378			
	Пт	-	53,6	68	0,17	1,00	635	1,05	666			
1.8	НС1	З	16,8	68	0,20	1,00	222	1,05	233	478	100	2378
	О1	З	12,3	68	1,25	1,00	1046	1,05	1098			
	Пл	-	53,9	68	0,10	1,00	362	1,05	380			
	Пт		53,9	68	0,17	1,00	637	1,05	669			
28.6	НС1	С	10,5	68	0,20	1,00	139	1,15	14	598		3289
	НС2	В	35,4	68	0,20	1,00	470	1,15	540			
	Д1	С	2,0	68	0,29	1,00	38	1,15	44			
	О1	В	16,4	68	1,25	1,00	1394	1,15	1603			
	Пл		39,4	68	0,10	1,00	265	1,05	278			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
28.6	Пт		39,4	68	0,17	1,00	466	1,05	489			
1.9	НС1	Ю	20,4	68	0,20	1,00	270	1,05	283	501	100	2204
	НС2	В	24,2	68	0,20	1,00	320	1,15	368			
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,05	1151			
	Пл	-	51,9	68	0,10	1,00	349	1,05	366			
1.10	НС1	Ю	17,2	68	0,20	1,00	228	1,00	228	501	100	1726
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,7	68	0,10	1,00	341	1,05	358			
1.11	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,00	224	501	100	1721
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,2	68	0,10	1,00	337	1,05	354			
1.12	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,00	224	501	100	1721
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	50,2	68	0,10	1,00	337	1,05	354			
1.13	НС1	Ю	18,6	68	0,20	1,00	247	1,00	247	501	100	1744
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пл	-	53,1	68	0,10	1,00	357	1,05	375			
1.14	НС1	Ю	19,6	68	0,20	1,00	260	1,00	260	373	100	1697
	О1	Ю	9,6	68	1,25	1,00	816	1,00	816			
	Пл	-	49,3	68	0,10	1,00	331	1,05	348			
10.12	НС1	С	4,9	68	0,20	1,00	65	1,10	72	0		72
	Пл	-	5,3	68	0,10	1,00	35	1,05	37			
10.7	НС1	С	11,2	68	0,20	1,00	148	1,10	163	233		957

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
10.7	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пл	-	17,6	68	0,10	1,00	119	1,05	124			
10.8	НС1	С	11,9	68	0,20	1,00	157	1,10	173	233		967
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пл	-	18,4	68	0,10	1,00	123	1,05	130			
26	НС1	С	20,3	68	0,20	1,00	269	1,10	296	233		1090
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пл	-	27,0	68	0,08	1,00	146	1,05	154			
24.2	НС1	С	10,3	68	0,20	1,00	137	1,10	150	117	100	448
	О1	С	3,0	68	1,25	1,00	255	1,10	281			
	Пл	-	13,7	68	0,10	1,00	92	1,05	97			
28.7	НС1	С	25,3	68	0,20	1,00	336	1,15	386	778		3173
	НС2	В	3,5	68	0,20	1,00	47	1,15	54			
	О1	С	16,0	68	1,25	1,00	1360	1,15	1564			
	О2	В	4,0	68	1,25	1,00	340	1,15	391			
	Пл	-	144,5	68	0,10	1,00	971	1,05	1020			
28.8	НС1	В	32,9	68	0,20	1,00	436	1,10	480	489		2147
	О1	В	12,6	68	1,25	1,00	1071	1,10	1178			
	Пл	-	82,1	68	0,10	1,00	552	1,05	579			
24.1	НС1	З	7,7	68	0,20	1,00	102	1,10	112	163	100	909
	НС2	Ю	24,5	68	0,20	1,00	325	1,05	341			
	О1	З	4,2	68	1,25	1,00	357	1,10	393			
	Пл	-	10,3	68	0,10	1,00	69	1,05	72			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
23.1	НС1	3	32,2	68	0,20	1,00	427	1,10	470	326	100	1579
	НС2	Ю	7,0	68	0,20	1,00	93	1,05	98			
	О1	3	8,4	68	1,25	1,00	714	1,10	785			
	Пл	-	49,3	68	0,10	1,00	331	1,05	348			
1.15	НС1	3	18,9	68	0,20	1,00	251	1,05	263	489	100	2152
	О1	3	16,8	68	1,25	1,00	1428	1,05	1499			
	Пл	-	63,2	68	0,10	1,00	425	1,00	425			
22	НС1	3	18,6	68	0,20	1,00	247	1,05	259	489	100	1398
	О1	3	8,4	68	1,25	1,00	714	1,05	750			
	Пл	-	50,8	68	0,10	1,00	342	1,05	359			
1.16	НС1	3	8,4	68	0,20	1,00	111	1,05	117	163	100	555
	О1	3	4,2	68	1,25	1,00	357	1,05	375			
	Пл	-	17,4	68	0,10	1,00	117	1,05	122			
25	НС1	3	8,1	68	0,20	1,00	107	1,10	117	311		1874
	НС2	С	36,2	68	0,20	1,00	481	1,15	553			
	НС3	В	8,5	68	0,20	1,00	112	1,15	129			
	О1	3	4,2	68	1,25	1,00	357	1,10	393			
	О2	В	3,8	68	1,25	1,00	323	1,15	371			
	Пл	-	27,5	68	0,10	1,00	184	1,05	194			
Третий этаж												
23.2	НС1	С	11,8	68	0,20	1,00	156	1,10	172	146	100	1066
	О1	С	8,0	68	1,25	1,00	680	1,10	748			
	Пт	-	20,6	68	0,17	1,00	244	1,05	256			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
1.17	НС1	В	24,2	68	0,20	1,00	320	1,15	368	236	100	2606
	НС2	Ю	20,4	68	0,20	1,00	270	1,05	283			
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,05	1151			
	Пт		53,7	68	0,17	1,00	635	1,05	667			
1.18	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,05	235	236	100	2166
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,05	1151			
	Пт		51,9	68	0,17	1,00	614	1,05	644			
1.19	НС1	Ю	16,2	68	0,20	1,00	214	1,00	214	236	100	1447
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пт	-	50,6	68	0,17	1,00	599	1,05	629			
1.20	НС1	Ю	16,9	68	0,20	1,00	224	1,00	224	236	100	1456
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пт	-	51,9	68	0,17	1,00	614	1,05	644			
1.21	НС1	Ю	18,3	68	0,20	1,00	242	1,00	242	236	100	1475
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пт	-	54,3	68	0,17	1,00	643	1,05	675			
1.22	НС1	Ю	15,8	68	0,20	1,00	210	1,00	210	236	100	1442
	О1	Ю	12,9	68	1,25	1,00	1097	1,00	1097			
	Пт	-	50,0	68	0,17	1,00	592	1,05	622			
10.9	НС1	С	4,2	68	0,20	1,00	56	1,10	61	0		61
	Пт	-	4,3	68	0,17	1,00	51	1,05	54			
10.10	НС1	С	11,2	68	0,20	1,00	148	1,10	163	110		1053
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
10.10	Пт	-	17,6	68	0,17	1,00	209	1,05	219			
10.11	НС1	С	11,2	68	0,20	1,00	148	1,10	163	110		1053
	О1	С	6,0	68	1,25	1,00	510	1,10	561			
	Пт	-	17,6	68	0,17	1,00	209	1,05	219			
1.23	НС1	С	17,9	68	0,20	1,00	237	1,10	261	146	100	1386
	О1	С	8,0	68	1,25	1,00	680	1,10	748			
	Пт	-	26,6	68	0,17	1,00	315	1,05	331			
13.2	НС1	С	13,9	68	0,20	1,00	184	1,10	202	146		892
	О1	С	4,0	68	1,25	1,00	340	1,10	374			
	Пт	-	13,7	68	0,17	1,00	162	1,05	170			
28.9	НС1	С	39,0	68	0,20	1,00	517	1,15	594	356		4470
	НС2	В	3,2	68	0,20	1,00	42	1,15	48			
	О1	С	16,0	68	1,25	1,00	1360	1,15	1564			
	О2	В	3,5	68	1,25	1,00	298	1,15	342			
	Пт	-	126,0	68	0,17	1,00	1491	1,05	1566			
23.3	НС1	Ю	20,3	68	0,20	1,00	269	1,05	283	77	100	1009
	НС2	3	11,9	68	0,20	1,00	158	1,10	174			
	О1	Ю	4,2	68	1,25	1,00	357	1,05	375			
	Пт	-	16,1	68	0,17	1,00	191	1,05	200			
1.24	НС1	3	22,1	68	0,20	1,00	293	1,05	307	307	100	2869
	О1	3	16,8	68	1,25	1,00	1428	1,05	1499			
	Пт	-	68,8	68	0,17	1,00	815	1,05	855			
23.4	НС1	3	3,5	68	0,20	1,00	46	1,05	49	77	100	601

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14
23.4	О1	3	4,2	68	1,25	1,00	357	1,05	375			
	Пт	-	16,1	68	0,17	1,00	191	1,05	200			
1.25	НС1	3	28,0	68	0,20	1,00	371	1,10	409	307	100	3173
	О1	3	16,8	68	1,25	1,00	1428	1,10	1571			
	Пт	-	79,4	68	0,17	1,00	939	1,05	986			
7.2	НС1	3	36,4	68	0,20	1,00	483	1,10	531	154	100	1725
	НС2	Ю	7,0	68	0,20	1,00	93	1,05	98			
	О1	3	4,2	68	1,25	1,00	357	1,10	393			
	О2	В	4,2	68	1,25	1,00	357	1,15	411			
	Пт	-	19,3	68	0,17	1,00	228	1,05	239			
28.10	НС1	В	32,9	68	0,20	1,00	436	1,10	480	208		2885
	О1	В	12,6	68	1,25	1,00	1071	1,10	1178			
	Пт	-	82,0	68	0,17	1,00	971	1,05	1019			
											ΣQ	160048

Приложение Б

Таблица Б.1 – Гидравлический расчет системы отопления

N _{уч}	Q	D _y	l	λ/d	$l \cdot (\lambda/d)$	Настройка клапана	$\Sigma \xi$	$\xi_{\text{прив}}$	P _д	P _{уч}	G	Δt
	Вт	мм	м	-	-		-	-	Па	Па	кг/ч	°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Система №1												
Горизонтальная ветка 1 (ГВ1)												
1-А-1'	1295,3	15	6,68	2,7	18,04	9	99,0	117,0	2,08	243,86	45,7	24,4
1-Б-1'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	9	98,4	101,1	2,41	243,86	49,1	22,7
2-1-2'-1'	2590,5	15	6,74	2,7	18,20	-	2	20,2	8,98	181,37	94,8	-
2-В-2'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	6	183,7	186,4	2,28	425,23	47,8	23,3
3-2-2'-3'	3885,8	15	5,74	2,7	15,50	-	2	17,5	20,31	355,41	142,5	-
1-А-1'	1295,3	15	6,68	2,7	18,04	9	99,0	117,0	2,08	243,86	45,7	24,4
3-Г-3'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	5	279,0	281,7	2,77	780,64	52,7	21,2
4-3-3'-4'	5181,0	20	6,12	1,8	11,02	-	2	13,0	11,46	149,12	195,2	-
4-Д-4'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	4	492,0	494,7	1,88	929,77	43,4	25,7
5-4-4'-5'	6476,3	20	5,68	1,8	10,22	-	2	12,2	17,11	209,17	238,5	-
5-Е-5'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	4	492,0	494,7	2,30	1138,94	48,0	23,2
6-5-5'-6'	7771,5	20	6,40	1,8	11,52	-	2	13,5	24,69	333,79	286,5	-
6-Ж-6'	394,0	15	1,00	2,7	2,70	1	4186,9	4189,6	0,35	1472,73	18,8	18,1
7-6-6'-7'	8165,5	20	6,90	1,8	12,42	-	2	14,4	28,03	404,13	305,3	-
7-И-7'	866,0	15	1,00	2,7	2,70	2	2079,2	2081,9	0,90	1876,87	30,0	24,8
8-7-7'-8'	9031,5	20	8,04	1,8	14,47	-	2	16,5	33,81	556,93	335,3	-
8-К-8'	973,0	15	1,00	2,7	2,70	2	2079,2	2081,9	1,17	2433,79	34,2	24,5

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9-8-8'-9'	10004,5	20	1,00	1,8	1,80		4,9	6,7	41,06	275,09	369,5	-
Горизонтальная ветка 2 (ГВ2)												
10-А-10'	989,0	15	6,14	2,7	16,58	9	99,2	115,82	0,94	108,39	30,6	27,8
10-Б-10'	585,0	15	1,00	2,7	2,70	6	184,0	186,69	0,58	108,39	24,1	20,9
11-10-10'-11'	1574,0	15	4,70	2,7	12,69	-	2	14,69	2,99	43,93	54,7	-
11-В-11'	585,0	15	1,00	2,7	2,70	5	279,2	281,90	0,54	152,33	23,2	21,6
12-11-11'-12'	2159,0	15	6,38	2,7	17,23	-	2	19,23	6,07	116,77	77,9	-
12-Г-12'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	6	184,0	186,69	1,44	269,10	38,0	28,2
13-12-12'-13'	3404,3	15	5,62	2,7	15,17	-	2	17,17	13,43	230,69	115,9	-
13-Д-13'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	5	279,2	281,90	1,77	499,79	42,1	25,4
14-13-13'-14'	4649,5	20	6,06	1,8	10,91	-	2	12,91	7,51	96,93	158,0	-
14-Е-14'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	4	279,2	281,90	2,12	596,72	46,0	23,3
15-14-14'-15'	5894,8	20	6,10	1,8	10,98	-	2	12,98	12,52	162,50	204,0	-
15-Ж-15'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	4	492,3	494,97	1,53	759,22	39,2	27,3
16-15-15'-16'	7140,1	20	6,10	1,8	10,98	-	2	12,98	17,79	230,88	243,2	-
16-И-16'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	3	492,3	494,97	2,00	990,10	44,7	23,9
17-16-16'-17'	8385,3	20	6,10	1,8	10,98	-	2	12,98	24,93	323,61	287,9	-
17-К-17'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	3	893,6	896,27	1,47	1313,72	38,3	28,0
18-17-17'-18'	9630,6	20	6,74	1,8	12,13	-	2	14,13	32,00	452,27	326,2	-
18-Л-18'	719,0	15	1,00	2,7	2,70	2	2079,2	2081,90	0,85	1765,99	29,1	21,2
19-18-18'-19'	10349,6	20	4,70	1,8	8,46	-	2	10,46	37,97	397,20	355,4	-
19-М-19'	719,0	15	1,00	2,7	2,70	2	4186,9	4189,55	0,52	2163,19	22,7	27,2
9-19-19'-9'	11068,6	20	4,80	1,8	8,64	-	4,9	13,54	42,99	582,03	378,1	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
20-9-9'-20'	21073,1	25	15,1	1,4	21,14		3,4	24,54	62,94	1544,61	747,6	-
Горизонтальная ветка 3 (ГВ3)												
29-А-29'	724,0	15	5,00	2,7	13,50	9	100,0	113,54	0,67	76,41	25,9	24,0
29-Б-29'	724,0	15	1,00	2,7	2,70	9	98,6	101,34	0,75	76,41	27,5	22,7
30-29-29'-30'	1448,0	15	12,26	2,7	33,10	-	2	35,10	2,85	100,09	53,4	-
30-В-30'	1070,5	15	1,00	2,7	2,70	8	110,2	112,90	1,56	176,50	39,5	23,3
31-30-30'-31'	2518,5	15	6,00	2,7	16,20	-	2	18,20	8,64	157,20	92,9	-
31-Г-31'	1070,5	15	1,00	2,7	2,70	5	279,0	281,65	1,18	333,69	34,4	26,7
32-31-31'-32'	3589,0	15	10,80	2,7	29,16	-	2	31,16	16,22	505,41	127,4	-
32-Д-32'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	3	492,3	494,97	1,70	839,11	41,2	26,0
33-32-32'-33'	4834,3	15	6,20	2,7	16,74	-	2	18,74	28,40	532,27	168,5	-
33-Е-33'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	3	897,1	899,77	1,52	1371,37	39,0	27,4
34-33-33'-34'	6079,5	15	5,80	2,7	15,66	-	2	17,66	43,09	760,89	207,6	-
34-Ж-34'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	2	897,1	899,77	2,37	2132,27	48,7	22,0
35-34-34'-35'	7324,8	15	6,20	2,7	16,74	-	2	18,74	65,66	1230,56	256,3	-
35-И-35'	1245,3	15	1,00	2,7	2,70	2	2079,2	2081,90	1,62	3362,83	40,2	26,6
20-35-35'-20'	8570,1	20	18,00	1,8	32,40	-	2	34,40	26,43	909,27	296,5	-
Магистральный участок												
28-20-20'-28'	18200,6	32	6,00	1,0	6,00	-	4,9	10,90	14,18	154,56	622,7	-
Горизонтальная ветка 4 (ГВ4)												
21-А-21'	1295,3	15	6,70	2,7	18,09	9	99,0	117,08	1,73	202,23	41,6	26,8

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21-А-21'	1295,3	15	6,70	2,7	18,09	9	99,0	117,08	1,73	202,23	41,6	26,8
21-Б-21'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	8	110,2	112,90	1,79	202,23	42,3	26,3
22-21-21'-22'	2590,5	15	6,10	2,7	16,47	-	2	18,47	7,04	129,96	83,9	-
22-В-22'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	6	183,7	186,44	1,78	332,19	42,2	26,4
23-22-22'-23'	3885,8	15	6,10	2,7	16,47	-	2	18,47	15,90	293,67	126,1	-
23-Г-23'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	5	279,0	281,65	2,22	625,86	47,1	23,6
24-23-23'-24'	5181,0	15	6,10	2,7	16,47	-	2	18,47	30,01	554,28	173,3	-
24-Д-24'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	3	492,0	494,72	2,39	1180,13	48,8	22,8
25-24-24'-25'	6476,3	15	6,10	2,7	16,47	-	2	18,47	49,32	910,88	222,1	-
25-Е-25'	1295,3	15	1,00	2,7	2,70	3	896,8	899,52	2,32	2091,02	48,2	23,1
26-25-25'-26'	7771,5	15	6,00	2,7	16,20	-	2	18,20	73,06	1329,61	270,3	-
26-Ж-26'	793,0	15	1,00	2,7	2,70	1	4186,6	4189,30	0,82	3420,63	28,6	23,9
27-26-26'-27'	8564,5	20	7,60	1,8	13,68	-	2	15,68	26,87	421,25	298,9	-
27-И-27'	793,0	15	1,00	2,7	2,70	1	4186,6	4189,30	0,92	3841,88	30,3	22,5
28-27-27'-28'	9357,5	20	7,00	1,8	12,60	-	4,9	17,50	32,59	570,26	329,2	-
Магистральный участок												
0-28-28'-0'	27558,1	40	186,30	0,8	149,04	-	1,6	150,64	19,48	2934,09	951,9	-
									$\sum \Delta P_{\text{сист}}$	5396,27		
Система №2												
Первая ветка												
Стояк №1 (Ст1)												
1-А-1'	849,7	15	2,80	2,7	7,56	9	552,8	560,33	0,97	541,65	31,1	23,5
1-Б-1'	849,7	15	2,80	2,7	7,56	9	552,8	560,33	0,97	541,65	31,1	23,5

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	1738,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,87	55,14	62,2	-
1'-2'	1699,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,87	55,14	62,2	-
2-В-2'	869,0	15	2,80	2,7	7,56	9	552,8	560,33	0,97	541,65	31,1	24,0
2-Г-2'	869,0	15	2,80	2,7	7,56	9	552,8	560,33	0,97	541,65	31,1	24,0
3-1-2'-3'	3476,0	20	13,10	1,8	23,58	-	2,6	26,18	4,65	121,79	124,4	-
Стояк №2 (Ст2)												
4-Д-4'	792,7	15	4,00	2,7	10,80	9	552,8	563,57	0,79	443,43	28,1	24,3
4-Е-4'	849,7	15	4,00	2,7	10,80	9	552,8	563,57	0,79	443,43	28,1	26,0
4-5	1681,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,05	57,72	63,6	-
4'-5'	1642,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,15	44,88	56,1	-
5-Ж-5'	812,0	15	4,00	2,7	10,80	9	552,8	563,57	0,79	443,43	28,1	24,9
5-И-5'	869,0	15	4,00	2,7	10,80	9	339,7	350,50	1,27	443,43	35,6	21,0
3-4-5'-3'	3323,3	15	2,80	2,7	7,56	-	3,4	10,96	16,19	177,44	127,3	-
3-6-2'-6'	6799,3	25	11,7	1,4	16,38	-	2	18,38	7,13	131,07	251,6	-
Стояк №3 (Ст3)												
7-К-7'	792,7	15	2,8	2,7	7,56	9	552,8	560,33	1,05	590,33	32,5	21,0
7-Л-7'	792,7	15	2,8	2,7	7,56	9	552,8	560,33	1,05	590,33	32,5	21,0
7-8	1624,0	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	4,21	60,09	64,9	-
7'-8'	1585,3	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	4,21	60,09	64,9	-
8-М-8'	812,0	15	2,8	2,7	7,56	9	552,8	560,33	1,05	590,33	32,5	21,5
8-Н-8'	812,0	15	2,8	2,7	7,56	9	552,8	560,33	1,05	590,33	32,5	21,5

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6-7-8'-6'	3248,0	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	16,86	182,47	129,8	-
6-9-6'-9'	10047,3	25	21,2	1,4	29,68	-	4,3	33,98	16,39	182,47	381,5	-
Вторая ветка												
Стояк №4 (Ст4)												
10-А-10'	822,3	15	2,7	2,7	7,29	4	159,1	166,43	0,99	164,36	31,4	22,5
10-Б-10'	822,3	15	2,8	2,7	7,56	4	159,1	166,70	0,99	164,36	31,4	22,5
10-11	1834,8	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	3,95	56,28	62,8	-
10'-11'	1644,5	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	3,95	56,28	62,8	-
11-В-11'	917,4	15	2,7	2,7	7,29	5	159,1	166,43	0,99	164,36	31,4	25,1
11-Г-11'	917,4	15	2,8	2,7	7,56	5	159,1	166,70	0,99	164,36	31,4	25,1
12-10-11'-12'	3479,3	15	12,95	2,7	34,97	-	3	37,97	15,79	599,38	125,7	-
Стояк №5 (Ст5)												
13-Д-13'	822,3	15	2,5	2,7	6,75	4	552,8	559,52	1,03	577,95	32,1	22,0
13-Е-13'	822,3	15	2,8	2,7	7,56	4	552,8	560,33	1,03	577,95	32,1	22,0
13-14	1834,8	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	4,13	58,88	64,3	-
13'-14'	1644,5	15	3,8	2,7	10,26	-	4	14,26	4,13	58,88	64,3	-
14-Ж-14'	917,4	15	2,5	2,7	6,75	5	552,8	559,52	1,03	577,95	32,1	24,5
14-И-14'	917,4	15	2,8	2,7	7,56	5	552,8	560,33	1,03	577,95	32,1	24,6
12-13-14'-12'	3479,3	15	2,8	2,7	7,56	-	3,4	10,96	16,51	181,00	128,5	-
12-9-12'-9'	6958,7	15	18,8	2,7	50,76	-	2,2	52,96	64,60	181,00	254,2	-
Магистральный участок												
0-9-9'-0'	17006,0	25	45,20	1,4	63,28	-	5,5	5,50	45,51	250,29	635,7	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Система №3												
Стойк №1 (Ст1)												
1-А-1'	693,2	15	4,00	2,7	10,80	9	159,1	169,94	0,62	104,83	24,8	24,0
1-Б-1'	693,2	15	4,00	2,7	10,80	9	159,1	169,94	0,62	104,83	24,8	24,0
1-2	2546,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	8,14	116,02	90,2	-
1'-2'	1386,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,47	35,18	49,7	-
2-В-2'	544,8	15	4,00	2,7	10,80	6	244,5	255,29	0,41	104,83	20,3	23,1
2-Г-2'	544,8	15	4,00	2,7	10,80	6	244,5	255,29	0,41	104,83	20,3	23,1
2-3	1456,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,47	35,18	49,7	-
2'-3'	2475,9	15	3,80	2,7	10,26	-	3,5	13,76	8,14	111,95	90,2	-
3-Д-3'	728,5	15	4,00	2,7	10,80	9	159,1	169,94	0,62	104,83	24,8	25,2
3-Е-3'	728,5	15	4,00	2,7	10,80	9	159,1	169,94	0,62	104,83	24,8	25,2
4-1-3'-4'	2913,8	15	16,15	2,7	43,61	-	4	47,61	19,56	931,34	139,9	-
Стойк №2 (Ст2)												
5-А-5'	892,2	15	3,90	2,7	10,53	4	552,8	563,30	1,07	600,33	32,6	23,5
5-Б-5'	745,1	15	2,60	2,7	7,02	3	957,6	964,59	0,62	600,33	24,9	25,7
5-6	2849,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	13,32	189,95	115,4	-
5'-6'	1637,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,32	47,30	57,6	-
6-В-6'	447,8	15	3,90	2,7	10,53	2	2139,7	2150,23	0,28	600,33	16,7	23,0
6-Г-6'	634,6	15	2,60	2,7	7,02	3	957,6	964,59	0,62	600,33	24,9	21,9
6-7	1767,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,44	77,58	73,8	-
6'-7'	2719,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	9,85	140,47	99,3	-
7-Д-7'	720,8	15	3,90	2,7	10,53	3	957,6	968,10	0,62	600,33	24,9	24,9

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7-Е-7'	1046,4	15	2,60	2,7	7,02	3	244,5	251,51	2,39	600,33	48,9	18,4
4-5-7'-4'	3534,4	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	29,93	324,01	173,0	-
Магистральный участок												
8-4-4'-8'	6448,2	20	11,20	1,8	20,16	-	2	22,16	29,44	652,50	312,9	-
Стояк №3 (Ст3)												
9-А-9'	745,1	15	3,30	2,7	8,91	3	957,6	966,48	1,13	1095,55	33,7	19,0
9-Б-9'	745,1	15	3,00	2,7	8,10	3	957,6	965,67	1,13	1095,55	33,7	19,0
9-10	3361,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	17,83	254,24	133,5	-
9'-10'	1490,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,54	64,68	67,4	-
10-В-10'	634,6	15	3,30	2,7	8,91	2	2139,7	2148,61	0,51	1095,55	22,6	24,2
10-Г-10'	634,6	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,51	1095,55	22,6	24,2
10-11	2092,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	7,81	111,34	88,4	-
10'-11'	2759,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	12,66	180,53	112,5	-
11-Д-11'	1046,4	15	3,30	2,7	8,91	4	552,8	561,68	1,95	1095,55	44,2	20,4
11-Е-11'	1046,4	15	3,00	2,7	8,10	4	552,8	560,87	1,95	1095,55	44,2	20,4
8-9-11'-8'	4185,6	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	40,35	436,80	200,9	-
Магистральный участок												
12-8-8'-12'	10633,8	25	11,50	1,4	16,10	-	2	2,00	29,73	59,47	513,8	-
Стояк №4 (Ст4)												
13-А-13'	745,1	15	3,30	2,7	8,91	2	2139,7	2148,61	0,80	1726,86	28,4	22,6
13-Б-13'	745,1	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,80	1726,86	28,4	22,6
13-14	1680,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,90	55,64	62,5	-
13'-14'	1490,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,22	45,85	56,7	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14-В-14'	634,6	15	3,30	2,7	8,91	1	4245,9	4254,76	0,41	1726,86	20,1	27,1
14-15	1046,4	15	3,80	2,7	10,26	-	1,3	11,56	1,79	20,70	42,3	-
14'-15'	2124,7	15	3,80	2,7	10,26	-	1,5	11,76	5,91	69,46	76,9	-
15-Г-15'	1046,4	15	3,30	2,7	8,91	3	955,4	964,28	1,79	1726,86	42,3	21,3
12-13-15'-12'	3171,1	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	14,20	153,73	119,2	-
Магистральный участок												
16-12-12'-16'	13804,9	32	13,30	1,0	13,30	-	2	15,30	14,65	224,19	633,0	
Стояк №5 (Ст5)												
17-А-17'	533,0	15	2,80	2,7	7,56	1	4247,4	4254,91	0,47	2007,65	21,7	21,1
17-Б-17'	533,0	15	2,70	2,7	7,29	1	4247,4	4254,64	0,47	2007,65	21,7	21,1
16-17-17'-16'	1066,0	15	10,40	2,7	28,08	-	3,4	31,48	1,89	59,42	43,4	-
Магистральный участок												
18-16-16'-18'	14870,9	40	17,60	0,8	14,08	-	4,4	18,48	9,84	181,77	676,4	-
Стояк №6 (Ст6)												
19-А-19'	2226,0	15	4,00	2,7	10,80	6	142,6	153,39	6,93	1062,39	83,2	23,0
19-20	2226,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	6,93	98,77	83,2	-
19'-20'	2226,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	7,00	99,81	83,7	-
20-Б-20'	2226,0	15	4,00	2,7	10,80	6	141,0	151,79	7,00	1062,39	83,7	22,9
18-19-20'-18'	4452,0	15	13,40	2,7	36,18	-	5,4	41,58	27,85	1158,04	166,9	-
Магистральный участок												
0-18-18'-0'	4452,0	40	37,70	0,8	30,16	-	2,4	32,56	15,29	497,81	843,3	-
Система №4												
Стояк №1 (Ст1)												

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-А-1'	961,8	15	3,00	2,7	8,10	9	159,1	167,24	0,95	159,28	30,9	26,8
1-Б-1'	862,6	15	2,50	2,7	6,75	6	195,7	202,45	0,79	159,28	28,1	26,4
1-2	3271,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	12,32	175,73	111,0	-
1'-2'	1824,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,47	49,49	58,9	-
2-В-2'	937,1	15	3,00	2,7	8,10	8	171,0	179,05	0,89	159,28	29,8	27,0
2-Г-2'	715,7	15	2,50	2,7	6,75	6	244,5	251,24	0,63	159,28	25,2	24,4
2-3	1618,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,14	44,73	56,0	-
2'-3'	3477,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	12,98	185,05	113,9	-
3-Д-3'	809,1	15	3,00	2,7	8,10	7	195,7	203,80	0,78	159,28	28,0	24,9
3-Е-3'	809,1	15	2,50	2,7	6,75	7	195,7	202,45	0,79	159,28	28,1	24,8
4-1-3'-4'	5095,5	20	20,35	1,8	36,63	-	4	40,63	8,68	352,85	169,9	-
Стойк №2 (Ст2)												
5-А-5'	961,8	15	5,80	2,7	15,66	6	244,5	260,15	1,26	327,78	35,5	23,3
5-Б-5'	961,8	15	5,60	2,7	15,12	6	244,5	259,61	1,26	327,78	35,5	23,3
5-6	3189,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	16,05	228,92	126,7	-
5'-6'	1923,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,05	71,94	71,0	-
6-В-6'	937,1	15	5,80	2,7	15,66	8	171,0	186,61	1,76	327,78	41,9	19,2
6-Г-6'	634,6	15	5,60	2,7	15,12	4	552,8	567,89	0,58	327,78	24,0	22,7
6-7	1618,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,69	52,65	60,8	-
6'-7'	3495,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	18,76	267,51	137,0	-
7-Д-7'	809,1	15	5,80	2,7	15,66	5	339,7	355,36	0,92	327,78	30,4	22,9
7-Е-7'	809,1	15	5,60	2,7	15,12	5	339,7	354,82	0,92	327,78	30,4	22,9
4-5-7'-4'	5113,5	20	2,75	1,8	4,95	-	3,4	8,35	11,76	98,19	197,8	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
8-4-4'-8'	10208,9	20	17,60	1,8	31,68		2	33,68	40,66	1369,30	367,7	
Стойк №3 (Ст3)												
9-А-9'	815,7	15	2,50	2,7	6,75	2	2033,2	2039,95	0,97	1982,72	31,2	22,5
9-10	815,7	15	3,80	2,7	10,26	-	1,30	11,56	0,97	11,24	31,2	-
9'-10'	815,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4,3	14,56	0,97	14,15	31,2	-
10-Б-10'	815,7	15	2,50	2,7	6,75	2	2033,2	2039,95	0,97	1982,72	31,2	22,5
8-9-10'-8'	1631,5	15	6,55	2,7	17,69	-	3,4	21,09	3,89	81,97	62,4	-
Магистральный участок												
8-11-8'-11'	11840,4	25	13,40	1,4	18,76		3	21,76	20,83	453,23	430,0	
Стойк №4 (Ст4)												
12-А-12'	526,5	15	2,70	2,7	7,29	1	4247,4	4254,64	0,52	2202,08	22,8	19,9
12-Б-12'	526,5	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,52	2202,08	22,8	19,9
12-13	2207,1	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	8,28	118,09	91,0	-
12'-13'	1053,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,07	29,52	45,5	-
13-В-13'	478,4	15	2,70	2,7	7,29	1	4247,4	4254,64	0,52	2202,08	22,8	18,1
13-Г-13'	478,4	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,52	2202,08	22,8	18,1
13-14	1250,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,07	29,52	45,5	-
13'-14'	2009,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	8,28	118,09	91,0	-
14-Д-14'	625,2	15	2,70	2,7	7,29	1	4247,4	4254,64	0,52	2202,08	22,8	23,6
14-Е-14'	625,2	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,52	2202,08	22,8	23,6
11-12-14'-11'	3260,1	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	18,63	201,70	136,5	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
11-15-11'-15'	15100,5	32	13,40	1,0	13,40		1	14,40	11,74	169,04	566,6	
Стояк №5 (Ст5)												
16-А-16'	526,5	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,55	2340,98	23,5	19,3
16-Б-16'	526,5	15	2,50	2,7	6,75	1	4247,4	4254,10	0,55	2340,98	23,5	19,3
16-17	2232,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	8,80	125,55	93,8	-
16'-17'	1053,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,20	31,39	46,9	-
17-В-17'	483,5	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,55	2340,98	23,5	17,7
17-Г-17'	483,5	15	2,50	2,7	6,75	1	4247,4	4254,10	0,55	2340,98	23,5	17,7
17-18	1265,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,20	31,39	46,9	-
17'-18'	2019,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	8,80	125,55	93,8	-
18-Д-18'	632,9	15	2,60	2,7	7,02	1	4247,4	4254,37	0,55	2340,98	23,5	23,2
18-Е-18'	632,9	15	2,50	2,7	6,75	1	4247,4	4254,10	0,55	2340,98	23,5	23,2
15-16-18'-15'	3285,6	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	19,81	214,44	140,8	-
Магистральный участок												
0-15-15'-0'	18386,1	32	111,00	1,0	111,00	-	4,5	115,50	18,30	2113,26	707,3	-
Система №5												
Стояк №1 (Ст1)												
1-А-1'	491,5	15	3,00	2,7	8,10	9	552,8	560,87	0,22	123,37	14,8	28,5
1-Б-1'	491,5	15	2,80	2,7	7,56	9	552,8	560,33	0,22	123,37	14,8	28,5
1-2	2676,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	7,16	102,06	84,6	-
1'-2'	983,1	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	0,88	12,55	29,7	-
2-В-2'	581,4	15	3,00	2,7	8,10	9	336,2	344,30	0,36	123,37	18,9	26,4

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-Г-2'	581,4	15	2,80	2,7	7,56	9	336,2	343,76	0,36	123,37	18,9	26,4
2-3	1513,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,18	31,14	46,7	-
2'-3'	2145,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,56	65,05	67,5	-
3-Д-3'	823,3	15	3,00	2,7	8,10	9	195,7	203,80	0,61	123,37	24,6	28,8
3-Е-3'	690,5	15	2,80	2,7	7,56	9	244,5	252,05	0,49	123,37	22,1	26,8
4-1-3'-4'	3659,7	15	14,75	2,7	39,83	-	4	43,83	13,06	572,25	114,3	-
Стояк №2 (Ст2)												
5-А-5'	485,4	15	2,80	2,7	7,56	3	957,6	965,13	0,34	323,40	18,3	22,8
5-Б-5'	485,4	15	2,70	2,7	7,29	3	957,6	964,86	0,34	323,40	18,3	22,8
5-6	2773,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	9,54	136,00	97,7	-
5'-6'	970,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	1,34	19,12	36,6	-
6-В-6'	573,7	15	2,80	2,7	7,56	3	957,6	965,13	0,34	323,40	18,3	26,9
6-Г-6'	573,7	15	2,70	2,7	7,29	3	957,6	964,86	0,34	323,40	18,3	26,9
6-7	1625,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,73	53,14	61,1	-
6'-7'	2118,1	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,36	76,46	73,2	-
7-Д-7'	812,9	15	2,80	2,7	7,56	5	339,7	347,26	0,93	323,40	30,5	22,9
7-Е-7'	812,9	15	2,70	2,7	7,29	5	339,7	346,99	0,93	323,40	30,5	22,9
4-5-7'-4'	3743,9	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	18,03	195,16	134,3	-
Магистральный участок												
8-4-4'-8'	7403,6	20	10,20	1,80	18,36		2	20,36	18,58	378,29	248,6	-
Стояк №3 (Ст3)												
9-А-9'	485,4	15	3,60	2,7	9,72	2	2139,7	2149,42	0,29	623,74	17,0	24,5
9-Б-9'	482,3	15	2,50	2,7	6,75	2	2139,7	2146,45	0,29	623,74	17,0	24,3

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9-10	2773,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	13,81	196,93	117,5	-
9'-10'	967,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	1,16	16,56	34,1	-
10-В-10'	573,7	15	3,60	2,7	9,72	3	957,6	967,29	0,64	623,74	25,4	19,4
10-Г-10'	573,7	15	2,50	2,7	6,75	3	957,6	964,32	0,65	623,74	25,4	19,4
10-11	1625,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,45	63,42	66,7	-
10'-11'	2115,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	7,21	102,81	84,9	-
11-Д-11'	812,9	15	3,60	2,7	9,72	4	552,8	562,49	1,11	623,74	33,3	21,0
11-Е-11'	812,9	15	2,50	2,7	6,75	4	552,8	559,52	1,11	623,74	33,4	20,9
8-9-11'-8'	3740,8	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	22,98	248,77	151,6	-
Магистральный участок												
12-8-8'-12'	11144,3	25	11,80	1,4	16,52		2	18,52	18,04	334,03	400,2	-
Стояк №4 (Ст4)												
13-А-13'	482,3	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,45	971,37	21,3	19,5
13-Б-13'	482,3	15	2,80	2,7	7,56	2	2139,7	2147,26	0,45	971,37	21,3	19,5
13-14	2773,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	11,24	160,33	106,0	-
13'-14'	964,5	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	1,81	25,80	42,5	-
14-В-14'	573,7	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,45	971,37	21,3	23,2
14-Г-14'	573,7	15	2,80	2,7	7,56	2	2139,7	2147,26	0,45	971,37	21,3	23,2
14-15	1625,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,03	57,50	63,5	-
14'-15'	2111,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	7,24	103,20	85,1	-
15-Д-15'	812,9	15	3,00	2,7	8,10	3	954,1	962,17	1,01	971,37	31,8	22,0
15-Е-15'	812,9	15	2,80	2,7	7,56	3	957,6	965,13	1,01	971,37	31,7	22,0
12-13-15'-12'	3737,7	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	22,07	238,94	148,6	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
16-12-12'-16'	14882,0	32	11,60	1,0	11,60	-	2	13,60	11,01	149,78	548,8	-
Стояк №5 (Ст5)												
17-А-17'	722,2	15	3,00	2,7	8,10	3	957,6	965,67	0,96	931,00	31,1	20,0
17-Б-17'	722,2	15	2,80	2,7	7,56	3	957,6	965,13	0,96	931,00	31,1	20,0
17-18	2782,1	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	12,87	183,55	113,5	-
17'-18'	1444,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,86	55,01	62,1	-
18-В-18'	575,2	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,43	931,00	20,8	23,8
18-Г-18'	575,2	15	2,80	2,7	7,56	2	2139,7	2147,26	0,43	931,00	20,8	23,8
18-19	1631,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,16	73,54	71,8	-
18'-19'	2594,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	10,76	153,50	103,8	-
19-Д-19'	815,8	15	3,00	2,7	8,10	3	957,6	965,67	0,96	931,00	31,1	22,6
19-Е-19'	815,8	15	2,80	2,7	7,56	4	552,8	560,33	1,66	931,00	40,8	17,2
16-17-19'-16'	4226,5	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	30,82	333,65	175,6	-
Магистральный участок												
20-16-16'-20'	19108,4	40	11,60	0,8	9,28		2	11,28	11,28	127,23	724,3	-
Стояк №6 (Ст6)												
21-А-21'	722,2	15	3,10	2,7	8,37	3	957,6	965,94	1,07	1031,87	32,7	19,0
21-Б-21'	868,8	15	2,60	2,7	7,02	3	957,6	964,59	1,07	1031,87	32,7	22,8
21-22	2917,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	14,40	205,40	120,0	-
21'-22'	1591,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,28	60,98	65,4	-
22-В-22'	575,2	15	3,10	2,7	8,37	2	2139,7	2148,07	0,48	1031,87	21,9	22,6
22-Г-22'	734,8	15	2,60	2,7	7,02	3	957,6	964,59	1,07	1031,87	32,7	19,3

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
22-23	1607,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,28	60,98	65,4	-
22'-23'	2901,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	14,40	205,40	120,0	-
23-Д-23'	815,8	15	3,10	2,7	8,37	3	957,6	965,94	1,07	1031,87	32,7	21,5
23-Е-23'	791,5	15	2,60	2,7	7,02	3	957,6	964,59	1,07	1031,87	32,7	20,8
20-21-23'-20'	4508,3	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	34,38	372,11	185,4	-
Магистральный участок												
24-20-20'-24'	23616,7	40	10,80	0,8	8,64	-	2	10,64	17,79	189,31	909,8	-
Стояк №7 (Ст7)												
25-А-25'	868,8	15	3,00	2,7	8,10	3	2139,7	2147,80	0,77	1644,49	27,7	27,0
25-Б-25'	868,8	15	2,70	2,7	7,29	3	2139,7	2146,99	0,77	1644,49	27,7	27,0
25-26	1469,5	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,06	43,68	55,4	-
25'-26'	1737,6	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,06	43,68	55,4	-
26-В-26'	734,8	15	3,00	2,7	8,10	3	2139,7	2147,80	0,77	1644,49	27,7	22,8
26-Г-26'	734,8	15	2,70	2,7	7,29	3	2139,7	2146,99	0,77	1644,49	27,7	22,8
24-25-26'-24'	3207,1	15	7,60	2,7	20,52	-	3,4	23,92	12,25	293,09	110,7	-
Магистральный участок												
27-24-24'-27'	26823,8	40	10,50	0,8	8,40	-	2,4	10,80	22,39	241,77	1020,5	-
Стояк №8 (Ст8)												
28-А-28'	745,1	15	2,40	2,7	6,48	2	2137,5	2143,98	0,93	1995,71	30,5	21,0
28-29	634,6	15	3,80	2,7	10,26	-	3,3	13,56	0,93	12,62	30,5	-
28'-29'	745,1	15	3,80	2,7	10,26	-	2,3	12,56	0,93	11,69	30,5	-
29-Б-29'	634,6	15	2,40	2,7	6,48	2	2137,5	2143,98	0,93	1995,71	30,5	17,9
27-28-29'-27'	1379,6	15	3,00	2,7	8,10	-	6,6	14,70	3,72	54,73	61,0	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
0-27-27'-0'	28203,5	40	22,30	0,8	17,84	-	2,8	20,64	25,14	518,96	1081,5	-
Система №6												
Стояк №1 (Ст1)												
1-А-1'	793,2	15	3,40	2,7	9,18	9	159,1	168,32	0,74	125,30	27,3	25,0
1-Б-1'	862,6	15	2,50	2,7	6,75	9	159,1	165,89	0,76	125,30	27,5	27,0
1-2	3032,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	10,91	155,64	104,5	-
1'-2'	1655,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,00	42,77	54,8	-
2-В-2'	554,9	15	3,40	2,7	9,18	9	244,5	253,67	0,49	125,30	22,2	21,5
2-Г-2'	937,1	15	2,50	2,7	6,75	9	159,1	165,89	0,76	125,30	27,5	29,3
2-3	1540,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,00	42,77	54,8	-
2'-3'	3147,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	10,91	155,64	104,5	-
3-Д-3'	770,3	15	3,40	2,7	9,18	9	159,1	168,32	0,74	125,30	27,3	24,3
3-Е-3'	770,3	15	2,50	2,7	6,75	9	159,1	165,89	0,76	125,30	27,5	24,1
4-1-3'-4'	4688,5	20	9,30	1,8	16,74	-	4	20,74	7,63	158,18	159,3	-
Стояк №2 (Ст2)												
5-А-5'	793,2	15	2,50	2,7	6,75	9	152,6	159,39	0,96	153,21	31,0	22,0
5-6	2006,5	15	3,80	2,7	10,26	-	0,5	10,76	8,54	91,89	92,4	-
5'-6'	793,2	15	3,80	2,7	10,26	-	0,8	11,06	0,96	10,63	31,0	-
6-Б-6'	699,0	15	2,50	2,7	6,75	9	152,5	159,29	0,96	153,21	31,0	19,4
6-7	1307,5	15	3,80	2,7	10,26	-	0,5	10,76	3,77	40,57	61,4	-
6'-7'	1492,2	15	3,80	2,7	10,26	-	3,5	13,76	3,85	52,92	62,0	-
7-В-7'	653,7	15	2,50	2,7	6,75	9	154,1	160,89	0,95	153,21	30,9	18,2

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7-Г-7'	653,7	15	3,00	2,7	8,10	9	156,1	164,24	0,93	153,21	30,5	18,4
4-5-7'-4'	2799,7	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	8,49	91,89	123,4	-
Магистральный участок												
8-4-4'-8'	7488,2	20	14,70	1,8	26,46		2	28,46	24,03	683,92	282,7	-
Стояк №3 (Ст3)												
9-А-9'	793,2	15	3,00	2,700	8,10	9	159,1	167,24	0,96	160,76	31,0	22,0
9-Б-9'	793,2	15	2,80	2,7	7,56	9	159,1	166,70	0,96	160,76	31,1	22,0
9-10	2948,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	14,00	199,70	118,4	-
9'-10'	1586,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,85	54,92	62,1	-
10-В-10'	537,9	15	3,00	2,7	8,10	6	244,5	252,59	0,64	160,76	25,2	18,3
10-Г-10'	699,0	15	2,80	2,7	7,56	9	159,1	166,70	0,96	160,76	31,1	19,4
10-11	1711,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,85	54,92	62,1	-
10'-11'	2823,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	14,00	199,70	118,4	-
11-Д-11'	855,7	15	3,00	2,7	8,10	9	159,1	167,24	0,96	160,76	31,0	23,7
11-Е-11'	855,7	15	2,80	2,7	7,56	9	159,1	166,70	0,96	160,76	31,1	23,7
8-9-11'-8'	4534,7	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	32,54	352,28	180,4	-
Магистральный участок												
12-8-8'-12'	12022,9	25	10,90	1,4	15,26		2	17,26	24,15	416,89	463,1	-
Стояк №4 (Ст4)												
13-А-13'	717,2	15	2,90	2,7	7,83	3	957,6	965,40	0,66	637,55	25,7	24,0
13-Б-13'	601,0	15	3,30	2,7	8,91	3	957,6	966,48	0,66	637,55	25,7	20,1
13-14	2787,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	14,11	201,24	118,8	-
13'-14'	1318,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	2,64	37,65	51,4	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14-В-14'	537,9	15	2,90	2,7	7,83	3	957,6	965,40	0,66	637,55	25,7	18,0
14-Г-14'	537,9	15	3,30	2,7	8,91	3	957,6	966,48	0,66	637,55	25,7	18,0
14-15	1711,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,54	64,81	67,4	-
14'-15'	2394,0	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	10,56	150,59	102,8	-
15-Д-15'	855,7	15	2,90	2,7	7,83	4	552,8	560,60	1,14	637,55	33,7	21,8
15-Е-15'	855,7	15	3,30	2,7	8,91	4	552,8	561,68	1,14	637,55	33,7	21,8
12-13-15'-12'	4105,4	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	28,96	313,50	170,2	-
Магистральный участок												
16-12-12'-16'	16128,3	32	11,00	1,0	11,00		2	13,00	14,67	190,67	633,3	
Стояк №5 (Ст5)												
17-А-17'	717,2	15	2,80	2,7	7,56	3	957,6	965,13	0,79	758,52	28,0	22,0
17-Б-17'	717,2	15	3,00	2,7	8,10	3	957,6	965,67	0,79	758,52	28,0	22,0
17-18	3070,1	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	16,71	238,29	129,3	-
17'-18'	1434,5	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	3,14	44,82	56,1	-
18-В-18'	789,4	15	2,80	2,7	7,56	4	552,8	560,33	1,35	758,52	36,8	18,5
18-Г-18'	537,9	15	3,00	2,7	8,10	3	2139,7	2147,80	0,35	758,52	18,8	24,6
18-19	1742,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,43	77,42	73,7	-
18'-19'	2761,8	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	12,46	177,75	111,7	-
19-Д-19'	871,4	15	2,80	2,7	7,56	4	549,3	556,83	1,36	758,52	36,9	20,3
19-Е-19'	871,4	15	3,00	2,7	8,10	4	552,8	560,87	1,35	758,52	36,8	20,4
16-17-19'-16'	4504,5	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	34,35	371,80	185,3	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Магистральный участок												
20-16-16'-20'	20632,9	40	11,12	0,8	8,90		2	10,90	14,41	156,97	818,6	-
Стояк №6 (Ст6)												
21-А-21'	1008,7	15	2,50	2,7	6,75	4	552,8	559,52	1,39	775,36	37,2	23,3
21-Б-21'	717,2	15	3,20	2,7	8,64	3	957,6	966,21	0,80	775,36	28,3	21,8
21-22	3441,5	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	22,13	315,64	148,8	-
21'-22'	1725,9	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	4,30	61,28	65,6	-
22-В-22'	789,4	15	2,50	2,7	6,75	4	552,8	559,52	1,39	775,36	37,2	18,2
22-Г-22'	909,4	15	3,20	2,7	8,64	4	552,8	561,41	1,38	775,36	37,2	21,0
22-23	1742,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	5,53	78,91	74,4	-
22'-23'	3424,7	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	19,58	279,26	140,0	-
23-Д-23'	871,4	15	2,50	2,7	6,75	4	552,8	559,52	1,39	775,36	37,2	20,1
23-Е-23'	871,4	15	3,20	2,7	8,64	4	552,8	561,41	1,38	775,36	37,2	20,2
20-21-23'-20'	5167,4	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	45,94	497,27	214,4	-
Магистральный участок												
24-20-20'-24'	25800,3	40	15,60	0,8	12,48	-	2,8	15,28	22,94	350,50	1033,0	-
Стояк №7 (Ст7)												
25-А-25'	797,5	15	6,10	2,7	16,47	2	2139,7	2156,17	0,84	1805,27	28,9	23,7
25-Б-25'	797,5	15	3,40	2,7	9,18	2	2139,7	2148,88	0,84	1805,27	29,0	23,7
25-26-25'-26'	1595,0	15	30,50	2,7	82,35	-	5	87,35	3,35	293,03	57,9	
Магистральный участок												
26-24-24'-26'	27395,3	40	6,50	0,8	5,20	-	2,4	7,60	25,58	194,43	1090,9	-

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стояк №8 (Ст8)												
27-А-27'	480,7	15	3,00	2,7	8,10	1	4247,4	4255,45	0,43	1817,83	20,7	20,0
27-Б-27'	480,7	15	3,00	2,7	8,10	1	4247,4	4255,45	0,43	1817,83	20,7	20,0
27-28	1131,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	9,91	141,26	99,5	-
27'-28'	961,4	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	1,71	24,37	41,3	-
28-В-28'	565,7	15	3,00	2,7	8,10	1	4243,9	4251,95	0,43	1817,83	20,7	23,5
28-Г-28'	565,7	15	3,00	2,7	8,10	1	4247,4	4255,45	0,43	1817,83	20,7	23,5
28-29	1595,0	15	6,00	2,7	16,20	-	5,6	21,80	3,39	73,80	58,2	-
28'-29'	2092,7	15	6,00	2,7	16,20	-	5,6	21,80	6,84	149,03	82,7	-
29-Д-29'	797,5	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,85	1817,83	29,1	23,6
29-Е-29'	797,5	15	3,00	2,7	8,10	2	2139,7	2147,80	0,85	1817,83	29,1	23,6
26-27-29'-26'	3687,7	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	19,84	214,80	140,9	-
Магистральный участок												
30-26-26'-30'	31083,0	40	11,50	0,8	9,20	-	2	11,20	32,62	365,32	1231,8	-
Стояк №9 (Ст9)												
31-А-31'	480,7	15	3,50	2,7	9,45	1	4247,4	4256,80	0,47	2014,86	21,8	19,0
31-Б-31'	491,5	15	2,90	2,7	7,83	1	4247,4	4255,18	0,47	2014,86	21,8	19,4
31-32	3213,3	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	18,18	259,30	134,9	-
31'-32'	972,2	15	3,80	2,7	10,26	-	4	14,26	1,89	27,00	43,5	-
32-В-32'	565,7	15	3,50	2,7	9,45	1	4247,4	4256,80	0,47	2014,86	21,8	22,4
32-Г-32'	581,4	15	2,90	2,7	7,83	1	4247,4	4255,18	0,47	2014,86	21,8	23,0
32-33	2066,2	15	6,00	2,7	16,20	-	5,6	21,80	8,34	181,84	91,3	-
32'-33'	2119,3	15	6,00	2,7	16,20	-	5,6	21,80	7,57	165,13	87,0	-

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
33-Д-33'	1033,1	15	3,50	2,7	9,45	3	957,6	967,02	2,08	2014,86	45,7	19,5
33-Е-33'	1033,1	15	2,90	2,7	7,83	3	957,6	965,40	2,09	2014,86	45,7	19,4
30-31-33'-30'	4185,5	15	2,75	2,7	7,43	-	3,4	10,83	31,81	344,38	178,4	-
Магистральный участок												
0-30-30'-0'	35268,5	40	114,50	0,8	91,60	-	3,2	94,80	42,75	4052,59	1410,2	-

Таблица Б.2 – Сводная таблица гидравлических потерь

№ системы	ΔP , Па	Q, м ³ /ч	Невязка, %	Настройка клапана	Kv, м ³ /ч	$\sum \Delta P$, Па	Невязка, %
1	5396,27	0,971	22,98	2,5	7,80	6946,9	2,54
2	1282,41	0,636	81,70	2,6	2,64	7079,9	0,67
3	2930,37	0,861	58,17	1,4	4,29	6954,2	2,43
4	5027,23	0,722	28,24	1,9	4,98	7127,8	0,00
5	2802,10	1,104	60,00	1,8	5,47	6872,4	3,58
6	7006,07	1,439	0,00	-	-	7006,1	1,71

Приложение В

Таблица В.1 – Расчет отопительных приборов

№	Отопительный прибор	$Q_{\text{ном}}, \text{Вт}$	Теплоотдача трубопровода,			$Q_{\text{пр}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{ном}}, \text{Вт}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{факт}}, \text{Вт}$	N, шт.
			Вт							
			$0,9 \cdot q_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}}$	$0,9 \cdot q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}}$	$0,9 \cdot Q_{\text{тр}}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ГВ1	А	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	24,4	1303,6	1
	Б	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	22,7	1345,0	1
	В	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	23,3	1329,5	1
	Г	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	21,2	1381,9	1
	Д	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	25,7	1272,7	1
	Е	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	23,2	1332,1	1
	Ж	394,0	12,2	118,8	131,0	263,0	190,0	18,1	86,8	4
	И	866,0	12,2	122,8	135,0	731,0	190,0	24,8	77,1	10
	К	973,0	12,2	356,4	368,6	604,4	190,0	24,5	77,6	8
ГВ2	А	989,0	12,2	19,8	32,0	957,0	190,0	27,8	72,8	14
	Б	585,0	12,2	93,06	105,3	479,7	190,0	20,9	82,7	6
	В	585,0	12,2	93,06	105,3	479,7	190,0	21,6	81,6	6
	Г	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2353,0	28,2	895,1	1
	Д	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2875,0	25,4	1153,0	1
	Е	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2875,0	23,3	1199,6	1
	Ж	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2875,0	27,3	1112,1	1
	И	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2875,0	23,9	1185,2	1
	К	1245,3	12,2	112,86	125,1	1120,2	2875,0	28,0	1098,7	1

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Л	719,0	12,2	356,4	368,6	350,4	190,0	21,2	82,2	4
ГВ3	А	724,0	12,2	45,54	57,8	666,2	190,0	24,0	78,2	8
	Б	724,0	12,2	45,54	57,8	666,2	190,0	22,7	80,1	8
	В	1070,5	12,2	148,5	160,7	909,8	2353,0	23,3	981,7	1
	Г	1070,5	12,2	148,5	160,7	909,8	2353,0	26,7	920,6	1
	Д	1245,3	12,2	169,29	181,5	1063,7	2875,0	26,0	1140,6	1
	Е	1245,3	12,2	169,29	181,5	1063,7	2875,0	27,4	1110,2	1
	Ж	1245,3	12,2	169,29	181,5	1063,7	2875,0	22,0	1227,4	1
	И	1245,3	12,2	169,29	181,5	1063,7	2875,0	26,6	1127,0	1
ГВ4	А	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	26,8	1246,4	1
	Б	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	26,3	1257,8	1
	В	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	26,4	1256,2	1
	Г	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	23,6	1322,2	1
	Д	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	22,8	1342,0	1
	Е	1295,3	12,2	92,4	104,6	1190,6	3189,0	23,1	1334,8	1
	Ж	793,0	38,3	297	335,3	457,8	190,0	23,9	78,4	6
	И	793,0	38,3	297	335,3	457,8	190,0	22,5	80,4	6
Система №2										
Ст1	А	849,7	55,1	99,0	154,1	695,6	190,0	23,5	79,0	10
	Б	849,7	55,1	95,0	150,1	699,5	190,0	23,5	79,0	10
	В	869,0	47,4	19,8	67,2	801,8	190,0	24,0	78,2	10
	Г	869,0	47,4	15,8	63,3	805,7	190,0	24,0	78,2	10
Ст2	Д	792,7	55,1	220,44	275,5	517,1	190,0	24,3	77,8	8

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст2	Е	849,7	55,1	118,8	173,9	675,8	190,0	26,0	75,3	10
	Ж	812,0	47,4	39,6	87,0	725,0	190,0	24,9	77,0	10
	И	869,0	47,4	39,6	87,0	782,0	190,0	21,0	82,5	10
Ст3	К	792,7	55,1	200,64	255,7	536,9	190,0	21,0	82,6	6
	Л	792,7	55,1	204,6	259,7	533,0	190,0	21,0	82,6	6
	М	812,0	47,4	19,8	67,2	744,8	190,0	21,5	81,8	10
	Н	812,0	47,4	23,76	71,2	740,8	190,0	21,5	81,8	10
Ст4	А	822,3	55,1	163,35	218,4	603,8	190,0	22,5	80,4	8
	Б	822,3	55,1	167,31	222,4	599,9	190,0	22,5	80,4	8
	В	917,4	47,4	19,8	67,2	850,2	190,0	25,1	76,7	12
	Г	917,4	47,4	23,76	71,2	846,2	190,0	25,1	76,6	12
Ст5	Д	822,3	55,1	159,39	214,5	607,8	190,0	22,0	81,1	8
	Е	822,3	55,1	167,31	222,4	599,9	190,0	22,0	81,1	8
	Ж	917,4	47,4	15,84	63,3	854,1	190,0	24,5	77,5	12
	И	917,4	47,4	23,76	71,2	846,2	190,0	24,6	77,4	12
Система №3										
Ст1	А	693,2	55,1	15,84	70,9	622,2	190,0	24,0	78,2	8
	Б	693,2	55,1	17,82	72,9	620,3	190,0	24,0	78,2	8
	В	544,8	55,1	15,84	70,9	473,8	190,0	23,1	79,5	6
	Г	544,8	55,1	17,82	72,9	471,9	190,0	23,1	79,5	6
	Д	728,5	47,4	15,84	63,3	665,2	190,0	25,2	76,5	10
	Е	728,5	47,4	17,82	65,3	663,2	190,0	25,2	76,5	10
Ст2	А	892,2	55,1	35,64	90,7	801,4	190,0	23,5	79,0	12

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст2	Б	745,1	55,1	23,76	78,8	666,2	190,0	25,7	75,8	10
	В	447,8	55,1	35,64	90,7	357,1	190,0	23,0	79,6	6
	Г	634,6	55,1	23,76	78,8	555,7	190,0	21,9	81,3	8
	Д	720,8	47,4	35,64	83,1	637,7	190,0	24,9	77,0	8
	Е	1046,4	47,4	23,76	71,2	975,2	190,0	18,4	86,3	12
Ст3	А	745,1	55,1	27,72	82,8	662,3	190,0	19,0	85,4	8
	Б	745,1	55,1	23,76	78,8	666,2	190,0	19,0	85,4	8
	В	634,6	55,1	27,72	82,8	551,8	190,0	24,2	78,0	8
	Г	634,6	55,1	23,76	78,8	555,7	190,0	24,2	78,0	8
	Д	1046,4	47,4	27,72	75,2	971,2	190,0	20,4	83,5	12
	Е	1046,4	47,4	23,76	71,2	975,2	190,0	20,4	83,5	12
Ст4	А	745,1	55,1	25,74	80,8	664,3	190,0	22,6	80,2	8
	Б	745,1	110,2	25,74	135,9	609,2	190,0	22,6	80,3	8
	В	634,6	110,2	25,74	135,9	498,7	190,0	27,1	73,9	8
	Г	1046,4	47,4	25,74	73,2	973,2	190,0	21,3	82,2	12
Ст5	А	533,0	47,4	19,8	67,2	465,8	190,0	21,1	82,4	6
	Б	533,0	47,4	21,78	69,2	463,8	190,0	21,1	82,4	6
Ст6	А	2226,0	1075,6	11,88	1087,5	1138,5	190,0	23,0	79,7	14
	Б	2226,0	1075,6	11,88	1087,5	1138,5	190,0	22,9	79,8	14
Система №4										
Ст1	А	961,8	55,1	19,8	74,9	886,9	190,0	26,8	74,3	12
	Б	862,6	55,1	211,2	266,3	596,3	190,0	26,4	74,8	6
	В	937,1	55,1	19,8	74,9	862,2	190,0	27,0	73,9	12

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст1	Г	715,7	55,1	23,76	78,8	636,9	190,0	24,4	77,6	8
	Д	809,1	47,4	19,8	67,2	741,9	190,0	24,9	77,0	10
	Е	809,1	47,4	23,76	71,2	737,9	190,0	24,8	77,1	10
Ст2	А	961,8	55,1	266,64	321,7	640,1	190,0	23,3	79,2	8
	Б	961,8	55,1	262,68	317,8	644,0	190,0	23,3	79,3	8
	В	937,1	55,1	79,2	134,3	802,8	190,0	19,2	85,1	10
	Г	634,6	55,1	75,24	130,3	504,2	190,0	22,7	80,1	6
	Д	809,1	47,4	79,2	126,6	682,5	190,0	22,9	79,8	10
	Е	809,1	47,4	75,24	122,7	686,4	190,0	22,9	79,8	10
Ст3	А	815,7	96,4	138,6	235,0	580,7	190,0	22,5	80,4	8
	Б	815,7	96,4	138,6	235,0	580,7	190,0	22,5	80,4	8
Ст4	А	526,5	55,1	110,88	166,0	360,5	190,0	19,9	84,2	4
	Б	526,5	55,1	106,92	162,0	364,5	190,0	19,9	84,2	4
	В	478,4	55,1	19,8	74,9	403,5	190,0	18,1	86,8	6
	Г	478,4	55,1	15,84	70,9	407,4	190,0	18,1	86,8	6
	Д	625,2	47,4	19,8	67,2	558,0	190,0	23,6	78,8	8
	Е	625,2	47,4	15,84	63,3	561,9	190,0	23,6	78,8	8
Ст5	А	526,5	55,1	108,9	164,0	362,5	190,0	19,3	85,0	4
	Б	526,5	55,1	112,86	167,9	358,5	190,0	19,3	85,0	4
	В	483,5	55,1	15,84	70,9	412,5	190,0	17,7	87,3	6
	Г	483,5	55,1	19,8	74,9	408,6	190,0	17,7	87,3	6
	Д	632,9	47,4	15,84	63,3	569,6	190,0	23,2	79,4	8
	Е	632,9	47,4	19,8	67,2	565,6	190,0	23,2	79,4	8

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Система №5										
Ст1	А	491,5	55,1	81,18	136,3	355,3	190,0	28,5	71,9	6
	Б	491,5	55,1	81,18	136,3	355,3	190,0	28,5	71,9	6
	В	581,4	55,1	23,76	78,8	502,6	190,0	26,4	74,8	8
	Г	581,4	55,1	23,76	78,8	502,6	190,0	26,4	74,8	8
	Д	823,3	47,4	23,76	71,2	752,1	190,0	28,8	71,5	12
	Е	690,5	47,4	23,76	71,2	619,3	190,0	26,8	74,2	10
Ст2	А	485,4	55,1	129,36	184,4	300,9	190,0	22,8	80,0	4
	Б	485,4	55,1	129,36	184,4	300,9	190,0	22,8	80,0	4
	В	573,7	55,1	23,76	78,8	494,8	190,0	26,9	74,0	8
	Г	573,7	55,1	23,76	78,8	494,8	190,0	26,9	74,1	8
	Д	812,9	47,4	23,76	71,2	741,7	190,0	22,9	79,8	10
	Е	812,9	47,4	23,76	71,2	741,7	190,0	22,9	79,8	10
Ст3	А	485,4	55,1	113,52	168,6	316,8	190,0	24,5	77,5	4
	Б	482,3	55,1	110,88	166,0	316,3	190,0	24,3	77,8	4
	В	573,7	55,1	7,92	63,0	510,7	190,0	19,4	84,8	6
	Г	573,7	55,1	11,88	67,0	506,7	190,0	19,4	84,9	6
	Д	812,9	47,4	7,92	55,4	757,5	190,0	21,0	82,6	10
	Е	812,9	47,4	11,88	59,3	753,6	190,0	20,9	82,7	10
Ст4	А	482,3	55,1	129,36	184,4	297,8	190,0	19,5	84,7	4
	Б	482,3	55,1	129,36	184,4	297,8	190,0	19,5	84,7	4
	В	573,7	55,1	23,76	78,8	494,8	190,0	23,2	79,4	6
	Г	573,7	55,1	23,76	78,8	494,8	190,0	23,2	79,4	6

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст4	Д	812,9	47,4	23,76	71,2	741,7	190,0	22,0	81,1	10
	Е	812,9	47,4	23,76	71,2	741,7	190,0	22,0	81,1	10
Ст5	А	722,2	55,1	130,68	185,8	536,4	190,0	20,0	84,0	6
	Б	722,2	55,1	130,68	185,8	536,4	190,0	20,0	84,0	6
	В	575,2	55,1	23,76	78,8	496,4	190,0	23,8	78,6	6
	Г	575,2	55,1	23,76	78,8	496,4	190,0	23,8	78,6	6
	Д	815,8	47,4	23,76	71,2	744,6	190,0	22,6	80,3	10
	Е	815,8	47,4	23,76	71,2	744,6	190,0	17,2	88,1	8
Ст6	А	722,2	55,1	122,76	177,8	544,3	190,0	19,0	85,5	6
	Б	868,8	55,1	189,42	244,5	624,3	190,0	22,8	79,9	8
	В	575,2	55,1	15,84	70,9	504,3	190,0	22,6	80,3	6
	Г	734,8	55,1	17,82	72,9	661,9	190,0	19,3	85,0	8
	Д	815,8	47,4	15,84	63,3	752,6	190,0	21,5	81,9	10
	Е	791,5	47,4	17,82	65,3	726,2	190,0	20,8	82,8	10
Ст7	А	868,8	55,1	195,36	250,4	618,4	190,0	27,0	74,0	8
	Б	868,8	55,1	195,36	250,4	618,4	190,0	27,0	74,0	8
	В	734,8	47,4	23,76	71,2	663,6	190,0	22,8	79,9	8
	Г	734,8	47,4	23,76	71,2	663,6	190,0	22,8	79,9	8
Ст8	А	745,1	110,2	158,4	268,6	476,5	190,0	21,0	82,6	6
	Б	634,6	94,9	15,84	110,7	523,9	190,0	17,9	87,1	6
Система №6										
Ст1	А	793,2	55,1	145,5	200,6	592,6	190,0	25,0	76,8	8
	Б	862,6	55,1	15,8	70,9	791,7	190,0	27,0	74,0	8

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст1	В	554,9	55,1	19,8	74,9	480,0	190,0	21,5	81,9	6
	Г	937,1	55,1	15,8	70,9	866,2	190,0	29,3	70,7	12
	Д	770,3	47,4	19,8	67,2	703,1	190,0	24,3	77,8	10
	Е	770,3	47,4	15,8	63,3	707,1	190,0	24,1	78,1	10
Ст2	А	793,2	110,2	147,5	257,7	535,5	190,0	22,0	81,1	8
	Б	699,0	110,2	21,8	131,9	567,1	190,0	19,4	84,9	8
	В	653,7	47,4	21,8	69,2	584,5	190,0	18,2	86,6	8
	Г	653,7	47,4	23,8	71,2	582,5	190,0	18,4	86,3	8
Ст3	А	793,2	55,1	149,5	204,6	588,6	190,0	22,0	81,1	8
	Б	793,2	55,1	149,5	204,6	588,6	190,0	22,0	81,2	8
	В	537,9	55,1	23,8	78,8	459,1	190,0	18,3	86,4	6
	Г	699,0	55,1	23,8	78,8	620,2	190,0	19,4	84,9	8
	Д	855,7	47,4	23,8	71,2	784,5	190,0	23,7	78,6	10
	Е	855,7	47,4	23,8	71,2	784,5	190,0	23,7	78,7	10
Ст4	А	717,2	55,1	128,7	183,8	533,5	190,0	24,0	78,2	8
	Б	601,0	55,1	99,0	154,1	446,9	190,0	20,1	83,8	6
	В	537,9	55,1	19,8	74,9	463,0	190,0	18,0	86,9	6
	Г	537,9	55,1	11,9	67,0	471,0	190,0	18,0	86,9	6
	Д	855,7	47,4	19,8	67,2	788,5	190,0	21,8	81,4	10
	Е	855,7	47,4	11,9	59,3	796,4	190,0	21,8	81,3	10
Ст5	А	717,2	55,1	128,7	183,8	533,5	190,0	22,0	81,1	8
	Б	717,2	55,1	136,6	191,7	525,5	190,0	22,0	81,1	8
	В	789,4	55,1	19,8	74,9	714,5	190,0	18,5	86,3	8

Окончание таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ст5	Г	537,9	55,1	27,7	82,8	455,1	190,0	24,6	77,4	6
	Д	871,4	47,4	19,8	67,2	804,1	190,0	20,3	83,6	10
	Е	871,4	47,4	27,7	75,2	796,2	190,0	20,4	83,5	10
Ст6	А	1008,7	55,1	124,7	179,8	828,8	190,0	23,3	79,2	10
	Б	717,2	55,1	293,0	348,1	369,1	190,0	21,8	81,4	6
	В	789,4	55,1	15,8	70,9	718,5	190,0	18,2	86,6	8
	Г	909,4	55,1	15,8	70,9	838,4	190,0	21,0	82,5	10
	Д	871,4	47,4	15,8	63,3	808,1	190,0	20,1	83,8	10
	Е	871,4	47,4	15,8	63,3	808,1	190,0	20,2	83,8	10
Ст7	А	797,5	55,1	65,3	120,4	677,1	190,0	23,7	78,7	10
	Б	797,5	55,1	65,3	120,4	677,1	190,0	23,7	78,7	10
Ст8	А	480,7	55,1	191,4	246,5	234,2	190,0	20,0	84,0	4
	Б	480,7	55,1	191,4	246,5	234,2	190,0	20,0	84,0	4
	В	565,7	55,1	19,8	74,9	490,8	190,0	23,5	78,9	6
	Г	565,7	55,1	19,8	74,9	490,8	190,0	23,5	78,9	6
	Д	797,5	47,4	150,5	197,9	599,6	190,0	23,6	78,9	8
	Е	797,5	47,4	158,4	205,8	591,7	190,0	23,6	78,9	8
Ст9	А	480,7	55,1	191,4	246,5	234,2	190,0	19,0	85,5	4
	Б	491,5	55,1	132,0	187,1	304,5	190,0	19,4	84,8	4
	В	565,7	55,1	19,8	74,9	490,8	190,0	22,4	80,6	6
	Г	581,4	55,1	19,8	74,9	506,5	190,0	23,0	79,7	6
	Д	1033,1	47,4	158,4	205,8	827,3	190,0	19,5	84,8	10
	Е	1033,1	47,4	146,5	194,0	839,1	190,0	19,4	84,8	10



АЛЮМИНИЕВЫЙ СЕКЦИОННЫЙ РАДИАТОР ОТОПЛЕНИЯ

Паспорт моделей: RIFAR Alum 500, RIFAR Alum 350

Назначение

Алюминиевый радиатор отопления RIFAR Alum (далее - радиатор) предназначен для применения в системах отопления жилых и административных зданий и соответствует требованиям нормативных документов ГОСТ 31311-2005, ТУ 4935-003-41807387-09.

Основные технические данные

Рабочее давление до	2,0 МПа (20 атм.)	Номинальный размер резьбы коллекторов	G1"
Испытательное давление	3,0 МПа (30 атм.)	Относительная влажность в помещении	
Разрушающее давление	≥10,0 МПа(100 атм.)	не более	75%
Максимальная температура теплоносителя	135 °С		
Водородный показатель теплоносителя	pH 7 - 8		

Модель	Межосевое расстояние, мм	Габаритные размеры секции, мм			Номинальный тепловой поток 1 секции, Вт	Внутренний объем 1 секции, л	Масса 1 секции, кг
		Высота	Ширина	Глубина			
Alum 500	500	565	80	90	183	0,27	1,45
Alum 350	350	415	80	90	139	0,19	1,20

1. Монтаж и эксплуатация радиаторов

1.1. Проектирование, монтаж и эксплуатация системы отопления должны осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 31311-2005, СНиП 41-01-2003, СНиП 3.05.01-85 и СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и согласовываться с организацией, отвечающей за эксплуатацию данной системы отопления.

Для предотвращения ускоренной коррозии отопительного прибора из-за воздействия постоянного или переменного токов тепловые сети должны соответствовать нормам СТО 17330282.27.060.001-2008.

1.2. Монтаж радиаторов должен осуществляться только:

1.2.1. При наличии теплотехнического проекта, созданного лицензированной проектной организацией и заверенного организацией, ответственной за эксплуатацию системы отопления помещения, в котором планируется установка этого радиатора.

1.2.2. Специализированной монтажной организацией, в соответствии со строительными нормами и правилами, утвержденными Минстроем России..

1.2.3. После достижения радиатором комнатной температуры естественным образом, без прямого воздействия нагревательных приборов.

1.2.4. С обязательной возможностью перекрытия входа и выхода.

1.3. Для оптимальной теплоотдачи расстояние между радиатором и полом должно быть не менее 70 мм, а между радиатором и подоконником - не менее 80 мм. Кронштейны должны обеспечивать расстояние от стены не менее 30 мм, а также горизонтальное положение радиатора см. рис. 1.

1.4. Изготовитель рекомендует производить монтаж и подсоединение радиатора к трубопроводам без снятия защитной полиэтиленовой пленки.

1.5. Радиатор должен быть снабжен клапаном для удаления воздуха. В ходе эксплуатации необходимо регулярно удалять воздух из верхнего коллектора с помощью воздушоспускного клапана.

1.6. Радиатор в течение всего периода эксплуатации должен быть заполнен теплоносителем.

1.7. Транспортировку и хранение радиаторов следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 31311-2005.

1.8 В случае одностороннего бокового подключения радиатора (рис. 2 рис.4) с числом секций более 12 шт., для оптимальной теплоотдачи, рекомендуется во впускной коллектор установить направляющую потока длиной ≈ $\frac{1}{3}$ длины радиатора.

1.9 Завод-изготовитель не рекомендует производить перекомпоновку радиаторов. Гарантийные обязательства на перекомпонованные радиаторы не распространяются.

1.10 Не рекомендуется резкое открывание радиаторных вентилей во избежание гидравлического удара.

1.8. Категорически запрещается:

1.8.1. Подвергать радиатор ударам и чрезмерным нагрузкам, способным повредить или разрушить его.

1.8.2. Использовать радиатор в качестве элемента заземляющего и токоведущего контура.

1.8.3. Использовать радиатор в системах отопления с уровнем водородного показателя pH теплоносителя в диапазоне, отличным от рекомендованного.

1.8.4. Использовать радиатор в помещени с относительной влажностью более 75%.

1.8.5. Использовать радиатор в контуре горячего водоснабжения (вместо полотенцесушителя).

2. Гарантийные обязательства и условия их действия

2.1. Срок эксплуатации радиатора при условии соблюдения требований и рекомендаций, перечисленных в п. 1 – не менее 25 лет.

2.2. Гарантия на радиатор RIFAR Alum действует в течение 10 лет со дня продажи при наличии у покупателя настоящего паспорта с заполненным гарантийным талоном и штампом торгующей организации.

2.3. Гарантия распространяется на все дефекты, возникшие по вине изготовителя.

2.4. Гарантия не распространяется на дефекты, возникшие по вине потребителя или организации, ответственной за эксплуатацию системы отопления, к которой подключен (был подключен) данный радиатор в результате нарушения условий п. 1 настоящего паспорта.

2.5. Претензии по качеству продукции принимаются от покупателя при предъявлении следующих документов:

2.5.1. Заявления с указанием паспортных данных заявителя или реквизитов организации, адреса, даты и времени обнаружения дефекта, координат монтажной организации, установившей и испытывавшей радиатор после установки.

2.5.2. Копии разрешения эксплуатационной организации, отвечающей за систему, в которую был установлен прибор, на изменение данной отопительной системы.

2.5.3. Копии акта о вводе радиатора в эксплуатацию с указанием величины испытательного давления.

2.5.4. Документа, подтверждающего покупку радиатора

2.5.5. Оригинала паспорта изделия с подписью потребителя.

3. Использование антифризов и незамерзающих жидкостей.

3.1 В радиаторах моделей Alum 500/350 произведенных после 15 июля 2011 года допускается использование антифризов и незамерзающих жидкостей.

Приложение Д

Таблица Д.1 – Воздухообмен помещений

№ пом.	Кол-во людей	Площадь помещения м ²	Кратность		L _{вредн.} , м ³ /ч	L _{СанПиН.} , м ³ /ч	L _{кратн.} , м ³ /ч		Принятый воздухообмен	
			вытяжка	приток			вытяжка	приток	L _{выт.} , м ³ /ч	L _{прит.} , м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.1	21	53,6	2	2	-	420	386	386	324	420
1.2	21	53,9	2	2	-	420	388	388	324	420
1.3	7	19,8	2	2	-	140	143	143	143	143
1.4	20	50,7	2	2	-	400	365	365	310	400
1.5	20	50,2	2	2	-	400	362	362	310	400
1.6	20	50,2	2	2	-	400	362	362	310	400
7.1	1	15,2	1	-	-	60	55	-	60	-
8.1	1	15,2	1	-	-	60	55	-	60	-
9.1	1	51,6	1,5	1,5	-	60	279	279	279	279
10.1	1	5,3	-	-	-	75	-	-	75	-
10.2	3	17,6	-	-	-	225	-	-	225	-
10.3	3	18,4	-	-	-	225	-	-	225	-
11.1	-	13,7	1	-	-	20	49	-	49	-
12.1	-	13,7	1	-	-	20	49	-	49	-
13.1	1	13,3	1	-	-	60	48	-	60	-
14	9	67,6	2	2	-	180	487	487	366	487
15	9	67,0	2	2	-	180	482	482	360	482
16	1	33,5	1	1	-	80	121	121	121	-
17	1	29,8	1	1	-	80	107	107	107	-

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	40	149,5	по расчету		4190	800	-	-	3816	4190
3	-	10,5	1	1	-	20	38	38	38	-
4	2	10,2	1	1	-	40	37	37	40	-
5	15	18,0	1,5	-	-	300	97	-	300	375
10.5	1	3,0	-	-	-	75	-	-	75	-
6	15	24,5	1,5	-	-	300	132	-	300	375
10.4	1	3,0	-	-	-	75	-	-	75	-
12.2	-	31,1	1	-	-	112	112	-	112	-
18	58	144,5	по расчету		5928	1160	-	-	5668	5928
12.3	-	10,4	1	-	-	20	37	-	37	-
21	-	6,0	1	-	-	20	22	-	22	-
12.4	-	13,1	1	-	-	20	47	-	47	-
12.5	-	6,0	1	-	-	20	22	-	22	-
10.6	1	5,0	-	-	-	75	-	-	75	-
20	2	15,0	6	4	-	40	324	216	324	216
19	2	30,8	по расчету		1280	40	-	-	200	1280
Второй этаж										
1.7	21	53,6	2	2	-	420	386	386	324	420
1.8	21	53,9	2	2	-	420	388	388	324	420
1.9	20	51,9	2	2	-	400	374	374	310	400
1.10	20	50,7	2	2	-	400	365	365	310	400
1.11	20	50,2	2	2	-	400	361	361	310	400
1.12	11	50,2	2	2	3269	220	361	361	3180	3269
1.13	20	53,1	2	2	-	400	382	382	310	400

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.14	20	49,3	2	2	-	400	355	355	310	400
10.12	1	5,3	-	-	-	75	-	-	75	
10.7	3	17,6	-	-	-	225	-	-	225	
10.8	3	18,4	-	-	-	225	-	-	225	
26	1	27,0	1	1	-	60	97	97	97	-
24.2	1	13,7	1	-	-	60	49	-	60	-
24.1	1	10,3	1	-	-	60	37	-	60	-
23.1	5	49,3	1	-	-	100	177	-	177	-
1.15	24	61,2	2	2	-	480	441	441	390	480
22	21	50,8	2	2	-	420	366	366	324	420
1.16	6	17,4	2	2	-	120	125	125	70	125
25	-	27,5	1	-	-	20	99	-	99	-
Третий этаж										
23.2	5	20,6	1	-	-	100	74	-	100	-
1.17	20	53,7	2	2	-	400	387	387	310	400
1.18	20	51,9	2	2	-	400	374	374	310	400
1.19	20	50,6	2	2	-	400	364	364	310	400
1.20	11	51,9	2	2	3269	220	374	374	3269	3269
1.21	21	54,3	2	2	-	420	391	391	324	420
1.22	20	50,0	2	2	-	400	360	360	310	400
10.9	1	4,3	-	-	-	20	50	50	75	-
10.10	3	17,6	-	-	-	225	225	150	225	-
10.11	3	17,6	-	-	-	60	150	150	225	-
1.23	10	26,6	2	2	-	200	192	192	-	200

Окончание таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13.2	1	13,7	1	-	-	20	49	-	49	-
23.3	5	16,1	1	-	-	100	58	-	100	100
1.24	27	68,8	2	2	-	540	495	495	540	540
23.4	1	16,1	1	-	-	20	58	-	58	-
1.25	31	79,4	2	2	-	620	572	572	620	620
7.2	1	23,6	1	-	-	20	85	-	85	-

Приложение Е

Таблица Е.1 – Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции

Система	$P_{расп} \cdot 0,9$ Па	№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Размер, мм	v, м/с	R _l , Па/м	ξ	P _д , Па	$\Delta P(\xi)$, Па	ΔP , Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BE1	1,36	1-2	60	2,85	250	0,34	0,01	0,81	0,07	0,06	0,09	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	120	7,30	355	0,34	0,01	1,44	0,07	0,10	0,15	тр.на.прох.;отв.2шт
		3-4	399	2,00	400	0,88	0,03	2	0,47	0,93	1,00	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	1,23	
BE2	6,96	1-2	75	9,70	160	1,04	0,13	3,18	0,64	2,05	3,30	Реш.;отв.2шт.;зонт;
BE3	4,16	1-2	75	5,80	160	1,04	0,13	3,18	0,64	2,05	2,80	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE4	1,36	1-2	75	1,90	200	0,66	0,04	3,20	0,26	0,85	0,93	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE5	6,96	1-2	113	0,80	250	0,64	0,03	2,76	0,25	0,68	0,70	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	226	11,30	250	1,28	0,11	1,59	0,98	1,56	2,77	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	3,47	
BE6	6,96	1-2	113	0,80	250	0,64	0,03	2,76	0,25	0,68	0,70	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	226	11,30	250	1,28	0,11	1,59	0,98	1,56	2,77	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	3,47	
BE7	4,16	1-2	113	0,80	250	0,64	0,03	2,76	0,25	0,68	0,70	Реш.;отвод;тр.на.прох.
		2-3	226	7,20	250	1,28	0,11	1,59	0,98	1,56	2,33	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	3,03	
BE8	4,16	1-2	113	0,80	250	0,64	0,03	2,76	0,25	0,68	0,70	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	226	7,20	250	1,28	0,11	1,59	0,98	1,56	2,33	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	3,03	
BE9	1,36	1-2	113	0,80	315	0,40	0,01	2,8	0,10	0,27	0,28	Реш.;отв.;тр.на.прох.

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BE9	1,36	2-3	226	7,20	315	0,81	0,04	1,67	0,39	0,65	0,90	отвод;зонт
										$\Sigma\Delta P$	1,19	
BE10	1,36	1-2	113	0,80	315	0,40	0,01	2,8	0,10	0,27	0,28	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	226	7,20	315	0,81	0,04	1,67	0,39	0,65	0,90	Отв.;зонт
										$\Sigma\Delta P$	1,19	
BE11	6,96	1-2	60	9,70	125	1,36	0,28	3,165	1,11	3,51	6,25	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE12	4,16	1-2	60	5,80	160	0,83	0,09	3,181	0,41	1,31	1,81	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE13	1,36	1-2	60	1,90	200	0,53	0,03	3,2	0,17	0,54	0,60	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE14	6,96	1-2	50	3,70	160	0,69	0,06	2,41	0,29	0,69	0,92	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	100	11,20	160	1,38	0,21	0,75	1,15	0,86	3,26	Отв.;зонт
										$\Sigma\Delta P$	4,18	
BE15	4,16	1-2	98	5,80	200	0,87	0,07	3,2	0,45	1,44	1,85	Реш.; отв.2шт;зонт;
BE16	1,36	1-2	200	1,90	315	0,71	0,03	3,274	0,31	1,00	1,05	Реш.; отв.2шт;зонт;
BE17	6,96	1-2	120	7,00	200	1,06	0,10	2,46	0,68	1,66	2,37	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	228	10,00	250	1,29	0,11	1,81	1,00	1,81	2,90	Отв.;зонт
										$\Sigma\Delta P$	4,18	
BE18	4,16	1-2	126	2,30	250	0,71	0,04	2,40	0,31	0,73	0,82	Реш.;отв;тр.на.прох.
		2-3	225	9,80	250	1,27	0,11	0,28	0,97	0,27	1,31	Отв.;зонт
										$\Sigma\Delta P$	2,13	
BE19	1,36	1-2	85	1,90	200	0,75	0,06	3,2	0,34	1,09	1,19	Реш.; отв.2шт;зонт;
BE20	1,36	1-2	38	2,70	160	0,53	0,04	2,44	0,17	0,40	0,51	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	78	1,90	160	1,08	0,14	0,84	0,70	0,59	0,85	Отв.;зонт
										$\Sigma\Delta P$	1,35	
BE21	1,36	1-2	300	1,90	400	0,66	0,02	3,38	0,26	0,89	0,93	Реш.;отв.;зонт

Окончание таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BE22	1,36	1-2	75	1,90	200	0,66	0,04	3,20	0,26	0,85	0,93	Реш.;отв.;зонт
BE23	1,36	1-2	300	1,90	400	0,66	0,02	3,38	0,26	0,89	0,93	Реш.;отв.;зонт
BE24	1,36	1-2	75	1,90	200	0,66	0,04	3,20	0,26	0,85	0,93	Реш.;отв.;зонт
BE25	1,36	1-2	112	1,90	250	0,63	0,03	3,23	0,24	0,78	0,84	Реш.;отв.;зонт
BE26	1,36	1-2	38	1,90	160	0,53	0,04	3,18	0,17	0,53	0,60	Реш.;отв.;зонт
BE27	1,36	1-2	22	1,90	125	0,50	0,05	3,17	0,15	0,47	0,56	Реш.;отв.;зонт
BE28	1,36	1-2	200	1,90	315	0,71	0,03	3,27	0,31	1,00	1,05	Реш.;отв.;зонт
BE29	1,36	1-2	324	1,90	400	0,72	0,02	3,38	0,31	1,04	1,08	Реш.;отв.;зонт
BE30	1,36	1-2	75	1,90	200	0,66	0,04	3,20	0,26	0,85	0,93	Реш.;отв.;зонт
BE31	1,36	1-2	22	1,90	125	0,50	0,05	3,17	0,15	0,47	0,56	Реш.;отв.;зонт
BE32	4,16	1-2	89	2	200	0,79	0,06	2,43	0,37	0,90	1,02	Реш.;отв.;тр.на.прох.
		2-3	143	6,1	250	0,81	0,05	1,15	0,39	0,45	0,74	Отв.;тр.на.прох.
		3-4	232	5,8	250	1,31	0,11	1,57	1,04	1,63	2,27	Отв.;зонт
										$\Sigma \Delta P$	4,04	
BE33	1,36	1-2	58	1,90	200	0,51	0,03	3,2	0,16	0,51	0,56	Реш.;отв.2шт;зонт;
BE34	1,36	1-2	100	1,90	250	0,57	0,03	3,23	0,19	0,62	0,67	Реш.;отв.;зонт;

Примечание: Реш. – решетка; отв. – отвод; тр.на прох. – тройник на проход;

Приложение Ж

Таблица Ж.1 – Аэродинамический расчет систем вентиляции с механическим побуждением

Система	№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	Размер, мм	v, м/с	R _l , Па/м	m	ξ	P _д , Па	ΔP(ξ), Па	ΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B1	1-2	954	4,20	250	5,40	1,43	1,00	0,38	17,50	6,65	12,66	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	1908	3,40	355	5,36	0,91	1,00	1,29	17,22	22,16	25,25	отвод;тр.на.прох.
	4-5	954	4,20	250	5,40	1,43	1,00	0,38	17,50	6,65	12,66	решетка;отвод;тр.на.прох.
	5-3	1908	3,40	355	5,36	0,91	1,00	1,29	17,22	22,16	25,25	отвод;тр.на.прох.
	3-6	3816	0,50	450	6,67	1,01	1,00	0	26,68	0,00	0,51	
										ΣΔP	38,42	
B2	1-2	1417	2,80	315	5,05	0,95	1,00	2,07	15,32	31,67	40,33	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	2834	4,95	400	6,27	1,05	1,00	1,10	23,57	25,81	30,98	отвод;тр.на.отв.
	4-5	1417	2,80	315	5,05	0,95	1,00	2,07	15,32	31,67	54,33	решетка;отвод;тр.на.прох.
	5-3	2834	4,95	400	6,27	1,05	1,00	1,10	23,57	25,81	30,98	отвод;тр.на.отв.
	3-6	5668	0,50	560	6,40	0,71	1,00	0,00	24,54	0,00	0,36	
										ΣΔP	85,66	
B3	1-2	162	2,95	160	2,24	0,51	1,00	0,91	3,01	2,74	7,24	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	324	11,42	250	1,83	0,20	1,00	1,06	2,02	2,14	4,46	отвод;тр.на.прох.
	4-5	162	2,95	160	2,24	0,51	1,00	1,10	3,01	3,29	9,29	решетка;отвод;тр.на.прох.
	5-3	324	2,88	200	2,87	0,60	1,00	0,23	4,93	1,11	2,83	тр.на.отв.
	3-6	648	8,25	250	3,67	0,71	1,00	0,90	8,08	7,27	13,10	отвод;тр.на.прох.
	7-8	108	2,95	125	2,45	0,81	1,00	1,10	3,59	3,93	9,32	решетка;отвод;тр.на.прох.
	8-9	263	2,88	160	3,64	1,21	1,00	0,52	7,93	4,12	7,62	тр.на.прох.

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В3	9-6	418	2,11	160	5,78	2,83	1,00	0,08	20,03	1,60	7,57	тр.на.отв.
	6-10	1066	6,28	250	6,04	1,75	1,00	0,52	21,86	11,36	22,38	тр.на.прох.
	11-12	155	2,36	100	5,48	4,63	1,00	0,96	18,05	17,33	32,74	решетка;отвод;тр.на.прох.
	12-10	310	2,36	125	7,02	5,51	1,00	0,06	29,57	1,77	14,79	тр.на.отв.
	10-13	1376	7,75	355	3,86	0,50	1,00	0,39	8,96	3,49	7,37	тр.на.прох.
	14-15	155	0,93	100	5,48	4,63	1,00	0,96	18,05	17,33	24,63	решетка;отвод;тр.на.прох.
	15-13	310	5,40	125	7,02	5,51	1,00	-0,01	29,57	-0,30	29,48	тр.на.отв.
	13-16	1686	2,68	355	4,73	0,73	1,00	0,42	13,45	5,65	7,59	тр.на.отв.
	17-18	183	2,95	100	6,48	6,28	1,00	1,02	25,16	25,66	50,43	решетка;отвод;тр.на.прох.
	18-16	366	2,88	160	5,06	2,22	1,00	0,16	15,36	2,47	8,86	отвод;тр.на.отв.
	16-19	2052	2,90	400	4,54	0,58	1,00	0,28	12,36	3,46	5,14	тр.на.прох.
	20-21	180	3,00	100	6,37	6,09	1,00	0,65	24,34	15,82	40,34	решетка;отвод;тр.на.прох.
	21-19	360	3,60	160	4,98	2,15	1,00	1,14	14,86	16,95	24,69	тр.на.отв.диафрагма
19-22	2412	23,50	400	5,33	0,78	1,00	0,38	17,07	6,40	24,66	тр.на.отв.	
									$\Sigma \Delta P$	91,94		
В4	1-2	162	2,95	160	2,24	0,51	1,00	0,91	3,01	2,74	7,24	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	324	11,42	250	1,83	0,20	1,00	1,06	2,02	2,14	4,46	отвод;тр.на.прох.
	4-5	162	2,95	160	2,24	0,51	1,00	1,10	3,01	3,29	7,79	решетка;отвод;тр.на.прох.
	5-3	324	2,88	200	2,87	0,60	1,00	0,23	4,93	1,11	2,83	тр.на.отв.
	3-6	648	5,10	250	3,67	0,71	1,00	0,19	8,08	1,53	5,14	тр.на.отв.
	7-8	155	2,95	160	2,14	0,47	1,00	1,11	2,75	3,06	7,44	решетка;отвод;тр.на.прох.
	8-6	310	7,38	200	2,74	0,55	1,00	0,90	4,51	4,06	8,13	тр.на.прох.;отвод
	6-9	958	4,47	250	5,42	1,44	1,00	0,52	17,65	9,18	15,62	тр.на.прох.

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В4	10-11	155	2,95	125	3,51	1,55	1,00	0,96	7,39	7,10	14,67	решетка;отвод;тр.на.прох.
	11-9	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	0,05	29,57	1,48	17,36	тр.на.отв.
	9-12	1268	8,54	315	4,52	0,77	1,00	0,26	12,27	3,19	9,80	тр.на.прох.
	13-14	155	2,95	125	3,51	1,55	1,00	0,98	7,39	7,21	18,03	решетка;отвод;тр.на.прох.
	14-12	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	0,33	29,57	9,76	25,64	тр.на.отв.
	12-15	1578	8,23	355	4,43	0,64	1,00	0,79	11,78	9,31	14,59	тр.на.прох.
	16-17	1590	2,95	355	4,46	0,65	1,00	0,92	11,96	10,97	54,29	решетка;отвод;тр.на.прох.
	17-15	3180	2,88	500	4,50	0,43	1,00	0,19	12,16	2,31	3,55	тр.на.отв.
	15-18	4758	8,45	500	6,73	0,90	1,00	0,17	27,21	4,63	12,25	тр.на.прох.
	19-20	155	2,95	100	5,48	4,63	1,00	0,60	18,05	10,83	30,73	решетка;отвод;тр.на.прох.
	20-18	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	0,73	29,57	21,59	37,47	тр.на.отв.диафрагма
	18-21	5068	8,74	500	7,17	1,01	1,00	0,27	30,87	8,34	17,20	тр.на.прох.
	22-23	155	2,95	100	5,48	4,63	1,00	0,60	18,05	10,83	30,73	решетка;отвод;тр.на.прох.
	23-21	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	1,41	29,57	41,70	57,58	тр.на.отв. диафрагма
	21-24	5378	6,40	560	6,07	0,65	1,00	0,65	22,10	14,41	18,54	отвод;тр.на.прох.
	25-26	195	3,00	100	6,90	7,06	1,00	0,53	28,57	15,14	43,82	решетка;отвод;тр.на.прох.
	26-24	390	3,60	160	5,39	2,49	1,00	2,99	17,44	52,13	61,10	тр.на.отв. диафрагма
	24-27	5768	10,40	560	6,51	0,74	1,00	0,17	25,42	4,32	11,97	тр.на.прох.
	28-29	165	3,00	100	5,84	5,19	1,00	0,62	20,45	12,58	34,40	решетка;отвод;тр.на.прох.
29-27	330	3,60	125	7,47	6,19	1,00	1,85	33,51	62,00	84,29	тр.на.отв. диафрагма	
27-30	6098	17,50	560	6,88	0,82	1,00	0,48	28,41	13,69	27,96	отвод	
										∑ΔP	144,78	

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В5	1-2	100	3,56	100	3,54	2,08	1,00	1,13	7,51	8,49	18,30	решетка;отвод;тр.на.отв.
	4-3	155	2,95	160	2,14	0,47	1,00	1,11	2,75	3,06	10,69	решетка;отвод;тр.на.прох.
	3-2	310	6,35	200	2,74	0,55	1,00	0,67	4,51	3,02	6,53	отвод;тр.на.прох.
	2-5	410	6,12	250	2,32	0,31	1,00	0,83	3,23	2,68	4,58	тр.на.прох.
	6-7	155	2,95	125	3,51	1,55	1,00	0,81	7,39	5,95	12,93	решетка;отвод;тр.на.прох.
	7-5	310	2,88	160	4,28	1,64	1,00	0,57	11,02	6,28	10,99	тр.на.отв.
	5-8	720	8,55	250	4,08	0,86	1,00	0,57	9,97	5,68	13,00	тр.на.прох.
	9-10	155	2,95	125	3,51	1,55	1,00	0,71	7,39	5,21	16,04	решетка;отвод;тр.на.прох.
	10-8	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	0,06	29,57	1,77	17,66	тр.на.отв.
	8-11	1030	8,28	250	5,83	1,65	1,00	0,50	20,40	10,20	23,84	тр.на.прох.
	12-13	1590	2,95	355	4,46	0,65	1,00	0,97	11,96	11,56	54,89	решетка;отвод;тр.на.прох.
	13-11	3180	2,88	450	5,56	0,72	1,00	0,41	18,53	7,60	9,68	тр.на.отв.
	11-14	4210	8,45	500	5,96	0,72	1,00	0,19	21,31	4,05	10,14	тр.на.прох.
	15-16	155	2,95	100	5,48	4,63	1,00	0,80	18,05	14,44	34,34	решетка;отвод;тр.на.прох.
	16-14	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	0,59	29,57	17,45	33,33	тр.на.отв.
	14-17	4520	8,75	500	6,40	0,82	1,00	0,28	24,56	6,88	14,06	тр.на.прох.
	18-19	155	2,95	100	5,48	4,63	1,00	0,60	18,05	10,83	30,73	решетка;отвод;тр.на.прох.
	19-17	310	2,88	125	7,02	5,51	1,00	1,06	29,57	31,35	47,23	тр.на.отв.
	17-20	4830	6,14	560	5,45	0,53	1,00	0,19	17,82	3,39	6,64	тр.на.прох.
	21-22	208	3,00	100	7,36	7,95	1,00	0,53	32,50	17,23	48,59	решетка;отвод;тр.на.прох.
22-20	416	8,98	160	5,75	2,80	1,00	0,52	19,84	10,36	35,53	отвод2шт;тр.на.отв.	
20-23	5246	8,27	560	5,92	0,62	1,00	0,23	21,02	4,84	9,94	тр.на.прох.	
24-25	238	3,00	125	5,39	3,39	1,00	0,81	17,43	14,03	24,20	решетка;отвод;тр.на.прох.	

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
В5	25-23	476	3,73	160	6,58	3,59	1,00	2,14	25,97	55,58	68,99	тр.на.отв.диафрагма
	23-26	5722	1,80	560	6,46	0,72	1,00	0,48	25,01	12,06	13,36	
										∑ΔP	112,78	
П1	1-2	698	3,05	200	6,17	2,42	1,00	0,41	22,88	9,38	17,96	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	1396	3,05	315	4,98	0,92	1,00	0,33	14,87	4,91	7,72	тр.на.прох.
	3-4	2094	18,78	355	5,88	1,08	1,00	0,99	20,74	20,62	40,87	тр.на.прох.;отвод2шт
	4-5	2792	3,05	400	6,17	1,02	1,00	0,40	22,88	9,15	12,25	тр.на.прох.
	5-6	3490	3,05	450	6,10	0,86	1,00	0,36	22,32	8,03	10,65	тр.на.прох.
	6-7	4188	52,75	500	5,93	0,71	1,00	2,70	21,08	56,93	94,57	отводбшт.
										∑ΔP	184,02	
П2	1-2	188	3,05	125	4,26	2,20	1,00	0,22	10,88	2,34	11,46	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	376	3,05	160	5,20	2,33	1,00	0,30	16,21	4,88	11,98	тр.на.прох.;отвод
	3-4	490	18,78	160	6,77	3,79	1,00	0,12	27,52	3,30	74,49	тр.на.прох.
	4-5	604	3,05	200	5,34	1,85	1,00	0,30	17,13	5,14	10,79	тр.на.прох.;отвод
	5-6	792	3,05	250	4,48	1,02	1,00	0,77	12,06	9,29	12,39	тр.на.прох.
	6-7	980	52,75	315	3,49	0,48	1,00	1,10	7,33	8,03	33,60	отвод4шт.
										∑ΔP	154,72	
П3	1-2	741	2,10	250	4,20	0,90	1,00	0,26	10,56	2,75	7,04	решетка;отвод;тр.на.прох.
	2-3	1482	2,10	315	5,29	1,03	1,00	0,07	16,76	1,17	3,34	тр.на.прох.
	3-4	2223	2,10	400	4,92	0,67	1,00	0,76	14,50	11,02	12,43	тр.на.прох.
	4-5	2964	17,70	400	6,56	1,14	1,00	0,52	25,78	13,28	33,37	тр.на.прох.;отвод
	6-7	741	2,10	200	6,56	2,70	1,00	0,44	25,78	11,34	19,41	решетка;отвод;тр.на.прох.
	7-8	1482	2,10	315	5,29	1,03	1,00	0,07	16,76	1,17	3,34	тр.на.прох.

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПЗ	8-9	2223	2,10	400	4,92	0,67	1,00	0,76	14,50	11,02	12,43	тр.на.прох.
	9-5	2964	0,70	400	6,56	1,14	1,00	0,72	25,78	18,56	19,36	тр.на.отв.
	5-10	5928	11,8	560	6,69	0,77	1,00	0,96	26,85	25,88	35,01	отвод2шт
										$\Sigma\Delta P$	91,18	
П4	1-2	689	1,60	200	6,10	2,36	1,00	0,41	22,29	9,14	14,72	решетка;отвод;тр.на.прох
	2-3	1378	3,80	315	4,91	0,90	1,00	1,03	14,49	14,98	18,41	тр.на.прох.;отвод
	3-4	1724	1,60	315	6,15	1,36	1,00	0,55	22,68	12,43	14,60	отвод2шт
										$\Sigma\Delta P$	47,73	
П5	1-2	210	3,00	250x150	2,11	0,37	1,20	0,52	2,68	1,39	6,34	решетка;отвод;тр.на.прох
	2-3	420	11,45	300x150	3,72	0,96	1,23	0,47	8,28	3,89	17,35	отвод;тр.на.прох.
	4-5	210	3,00	150x150	3,30	1,11	1,14	0,53	6,54	3,47	14,75	решетка;отвод;тр.на.прох
	5-3	420	2,50	250x150	4,23	1,31	1,20	0,33	10,72	3,54	7,47	тр.на.отв.
	3-6	840	17,38	400x250	3,14	0,41	1,20	0,25	5,91	1,48	10,05	отвод;тр.на.прох.
	7-6	143	2,40	100	5,06	3,99	1,00	1,00	15,36	15,36	31,19	решетка;отвод;тр.на.отв.
	6-8	983	8,57	400x250	3,67	0,55	1,20	0,13	8,10	1,05	6,67	тр.на.прох.
	9-10	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,53	14,49	7,68	22,40	решетка;отвод;тр.на.прох
	10-8	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,37	23,74	8,79	20,56	тр.на.отв.
	8-11	1383	8,25	400x250	5,17	1,02	1,20	0,13	16,03	2,08	12,16	тр.на.прох.
	12-13	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,46	14,49	6,67	23,14	решетка;отвод;тр.на.прох.
	13-11	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,54	23,74	12,82	24,59	тр.на.отв.
	11-14	1783	1,00	400x250	6,66	1,62	1,20	0,28	26,65	7,46	9,41	тр.на.прох.
	14-15	1984	5,00	400x400	4,39	0,54	1,20	0,16	11,55	1,85	5,11	тр.на.прох.
15-16	2185	2,60	500x400	3,91	0,39	1,15	0,12	9,19	1,10	2,26	тр.на.прох.	

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П5	17-18	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,46	14,49	6,67	24,39	решетка;отвод;тр.на.прох
	18-16	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,91	23,74	21,61	33,38	тр.на.отв.
	16-19	2585	2,34	500x400	4,63	0,53	1,15	0,16	12,87	2,06	3,47	тр.на.прох.
	19-20	2786	3,92	500x400	4,99	0,60	1,15	0,16	14,95	2,39	5,10	тр.на.прох.
	21-20	279	2,75	150x100	6,86	5,55	1,15	1,17	28,20	33,00	60,56	решетка;отвод;тр.на.отв.
	20-22	3065	2,60	500x400	5,49	0,72	1,15	0,21	18,09	3,80	5,94	тр.на.прох.
	22-23	3266	10,49	600x400	5,02	0,55	1,15	0,47	15,10	7,10	13,76	отвод;тр.на.прох.
	24-25	244	3,00	150x100	6,00	4,34	1,15	0,46	21,57	9,92	34,89	решетка;отвод;тр.на.прох
	25-23	488	3,10	150x150	7,67	5,18	1,14	0,83	35,34	29,33	47,63	тр.на.отв.
	23-26	3754	11,05	600x400	5,77	0,71	1,15	0,15	19,94	2,99	12,06	тр.на.прох.
	27-28	241	3,00	150x100	5,92	4,24	1,15	0,46	21,04	9,68	34,31	решетка;отвод;тр.на.прох
	28-26	482	3,25	150x150	7,58	5,06	1,14	1,57	34,48	54,13	72,88	тр.на.отв.
	26-29	4236	2,67	600x400	6,51	0,89	1,15	0,23	25,40	5,84	8,58	тр.на.прох.
	29-30	4350	5,53	800x400	5,41	0,56	1,13	6,58	17,57	115,62	119,10	тр.на.прох.
30-31	4464	38,20	800x400	5,55	0,58	1,13	1,00	18,50	18,50	43,71	отвод5шт.	
									$\Sigma \Delta P$	281,07		
П6	1-2	210	3,00	250x150	2,11	0,37	1,20	0,52	2,68	1,39	6,34	решетка;отвод;тр.на.прох
	2-3	420	11,45	300x150	3,72	0,96	1,23	0,47	8,28	3,89	17,35	отвод;тр.на.прох.
	4-5	210	3,00	150x150	3,30	1,11	1,14	0,53	6,54	3,47	14,75	решетка;отвод;тр.на.прох
	5-3	420	2,50	250x150	4,23	1,31	1,20	0,33	10,72	3,54	7,47	тр.на.отв.
	3-6	840	17,38	400x250	3,14	0,41	1,20	0,25	5,91	1,48	10,05	отвод;тр.на.прох.
	7-8	200	2,95	150x150	3,15	1,01	1,14	0,52	5,94	3,06	12,71	решетка;отвод;тр.на.прох
	8-6	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,33	23,74	7,84	19,61	тр.на.отв.

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П6	6-9	1240	8,55	400x250	4,63	0,83	1,20	0,13	12,89	1,68	10,23	тр.на.прох.
	10-11	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,65	14,49	9,42	22,64	решетка;отвод;тр.на.прох
	11-9	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,44	23,74	10,45	22,22	тр.на.отв.
	9-12	1640	8,25	400x250	6,13	1,39	1,20	0,13	22,54	2,93	16,72	тр.на.прох.
	13-14	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,74	14,49	10,65	27,12	решетка;отвод;тр.на.прох
	14-12	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,71	23,74	16,86	28,63	тр.на.отв.
	12-15	2040	5,90	400x250	7,62	2,08	1,20	0,33	34,88	11,51	26,27	тр.на.прох.
	15-16	2267	2,48	500x400	4,06	0,41	1,15	0,73	9,90	7,22	8,40	тр.на.прох.
	17-18	1090	2,36	300x250	5,19	1,19	1,15	0,60	16,13	9,68	42,91	решетка;отвод;тр.на.прох
	18-19	2180	2,36	500x250	6,94	1,59	1,21	0,37	28,92	10,70	15,23	тр.на.прох.
	19-16	3270	7,75	500x400	5,86	0,81	1,15	0,89	20,59	18,32	25,50	отвод;тр.на.отв.
	16-20	5537	2,05	800x400	6,89	0,87	1,13	0,18	28,47	5,12	7,14	тр.на.прох.
	20-21	5764	5,28	800x500	5,39	0,46	1,13	0,18	17,40	3,13	5,89	тр.на.прох.
	21-22	5991	1,68	800x500	5,60	0,50	1,13	0,17	18,80	3,20	4,14	тр.на.прох.
	23-24	200	2,95	100	7,08	7,40	1,00	0,60	30,05	17,88	45,95	решетка;отвод;тр.на.прох
	24-22	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	1,62	23,74	38,47	50,24	тр.на.отв.
	22-25	6391	7,15	1000x500	5,09	0,38	1,20	0,38	15,53	5,90	9,13	тр.на.отв.
	26-27	200	2,95	100	7,08	7,40	1,00	0,60	30,05	17,88	45,95	решетка;отвод;тр.на.прох
	27-25	400	3,90	150x150	6,29	3,59	1,14	1,53	23,74	36,33	52,27	отвод;тр.на.отв.
	25-28	6791	2,42	1000x500	5,41	0,42	1,20	0,24	17,54	4,21	5,43	тр.на.прох.
28-29	6945	5,12	1000x600	4,37	0,25	1,20	0,18	11,45	2,06	3,57	тр.на.прох.	
29-30	7099	3,48	1000x600	4,47	0,26	1,20	0,17	11,97	2,03	3,10	тр.на.прох.	
31-32	240	2,95	125	5,44	3,44	1,00	0,55	17,73	9,66	27,31	решетка;отвод;тр.на.прох	

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П6	32-30	480	3,90	150x150	7,55	5,02	1,14	2,05	34,19	70,09	92,42	тр.на.отв.
	30-33	7579	6,80	1000x600	4,77	0,29	1,20	0,18	13,64	2,46	4,81	тр.на.прох.
	33-34	7733	1,55	1000x600	4,86	0,30	1,20	0,17	14,20	2,41	2,97	тр.на.прох.
	35-36	210	2,95	100	7,43	8,10	1,00	0,43	33,13	14,25	41,13	решетка;отвод;тр.на.прох
	36-34	420	3,90	150x150	6,61	3,92	1,14	2,90	26,18	75,92	93,36	тр.на.отв.
	34-37	8153	45	1000x600	5,13	0,33	1,20	2,32	15,78	36,62	54,41	отвод5шт.
										$\Sigma\Delta P$	147,77	
П7	1-2	200	2,95	150x150	3,15	1,01	1,14	0,53	5,94	3,15	9,55	решетка;отвод;тр.на.прох
	2-3	400	11,42	250x150	4,03	1,20	1,20	0,47	9,73	4,57	21,00	отвод;тр.на.прох.
	4-5	200	2,95	150x100	4,91	3,01	1,15	0,51	14,49	7,39	22,11	решетка;отвод;тр.на.прох
	5-3	400	2,88	250x150	4,03	1,20	1,20	0,33	9,73	3,21	7,35	тр.на.отв.
	3-6	800	8,25	400x250	2,99	0,38	1,20	0,33	5,36	1,77	5,50	отвод;тр.на.прох.
	7-8	200	2,95	150x150	3,15	1,01	1,14	0,50	5,94	2,97	12,62	решетка;отвод;тр.на.прох
	8-6	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,42	23,74	9,97	21,74	тр.на.отв.
	6-9	1200	2,11	400x250	4,49	0,79	1,20	0,25	12,07	3,02	5,01	тр.на.прох.
	9-10	1423	6,28	500x250	4,53	0,72	1,21	0,70	12,32	8,63	14,13	тр.на.прох.
	11-12	1090	2,36	400x250	4,07	0,66	1,20	0,57	9,96	5,68	31,54	решетка;отвод;тр.на.прох
	12-13	2180	2,36	400x400	4,82	0,65	1,20	0,25	13,95	3,49	5,32	тр.на.прох.
	13-10	3270	7,75	600x400	5,02	0,55	1,15	0,89	15,13	13,47	18,41	отвод;тр.на.отв.
	10-14	4693	0,93	800x400	5,84	0,64	1,13	0,29	20,45	5,93	6,60	тр.на.прох.
	14-15	4916	5,40	800x600	3,70	0,20	1,13	0,17	8,21	1,40	2,64	тр.на.прох.
15-16	5139	2,68	800x600	3,87	0,22	1,13	0,16	8,97	1,44	2,10	тр.на.прох.	
21-22	200	2,95	100	7,08	7,40	1,00	0,72	30,05	21,64	46,46	решетка;отвод;тр.на.прох	

Окончание таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П7	22-20	400	2,88	150x150	6,29	3,59	1,14	0,48	23,74	11,40	23,17	отвод;тр.на.отв.
	20-23	6162	2,40	800x600	4,64	0,31	1,13	0,18	12,90	2,32	3,15	тр.на.прох.
	23-24	6284	3,80	800x600	4,73	0,32	1,13	0,16	13,42	2,15	3,51	тр.на.прох.
	25-26	270	4,00	125	6,11	4,27	1,00	0,60	22,43	13,35	37,94	решетка;отвод;тр.на.прох
	26-24	540	2,56	250x150	5,44	2,07	1,20	2,24	17,73	39,70	46,07	тр.на.отв.
	24-27	6824	12,15	800x600	5,14	0,37	1,13	0,23	15,82	3,64	8,71	тр.на.прох.
	27-28	6946	3,20	1000x600	4,37	0,25	1,20	0,16	11,46	1,83	2,78	тр.на.прох.
	29-30	310	4,00	125	7,02	5,51	1,00	0,60	29,57	17,60	47,15	решетка;отвод;тр.на.прох
	30-28	620	2,56	250x150	6,24	2,67	1,20	1,75	23,37	40,89	49,10	тр.на.отв.
	28-31	7566	50,00	1000x600	4,76	0,29	1,20	2,32	13,59	31,53	48,78	отвод5шт.

Примечание: тр.на прох. – тройник на проход; тр.на отв. – тройник на ответвление

Приложение И

Таблица И.1 – Подбор оборудования вентиляционной камеры

Система	Решетка	Клапан	Фильтр	Калорифер	Вентилятор	Шумоглушитель
1	2	3	4	5	6	7
П1	АРН 500x500	ВКП 500x500	ФВП-80-50	НП 100-50/108	MUB 062 630 EC Multibox	ГТК 500-900
П2	АРН 300x250	ВКП 300x250	ФВП-50-25	НП 60-30/24	KVK Silent 315EC	ГТК 315-900
П3	АРН 600x600	ВКП 600x600	ФВП-100-50	НП 70-40/72 (2шт.)	MUB 100 630 EC Multibox	ГТК 500-900
П4	АРН 400x300	ВКП 400x300	ФВП-60-30	НП 60-30/42	MUB/T 042 400EC	ГТК 315-900
П5	АРН 600x500	ВКП 600x500	ФВП-80-50	НП 100-50/108	MUB/T 062 560EC	ГТПи 80-50-90
П6	АРН 700x700	ВКП 700x700	ФВП-80-50 (2шт.)	НП 100-50/108 (2шт.)	MUB 100 630 EC Multibox	ГТПи 100-50-90
П7	АРН 600x600	ВКП 600x600	ФВП-80-50 (2шт.)	НП 100-50/96 (2 шт.)	MUB 100 630 EC Multibox	ГТПи 100-50-90
В1					DVN 400EC ROOF FAN	
В2					X-DVG-H 500D6/F400 IE2	
В3					X-DVG-V 500D4- 8-S/F400	
В4					DVG-V 560D6/F400 IE2	

Окончание таблицы И.1

1	2	3	4	5	6	7
В5					DVV-EX 560D6- XL ROOF FAN	
Местный отсос					DVN 400EC ROOF FAN	



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

Инженерная школа

Кафедры инженерных систем зданий и сооружений

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВКР

на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Павлюка Владислава Константиновича

(фамилия, имя, отчество)

направление (специальность) 08.03.01. "Строительство", профиль "Теплогазоснабжения и
вентиляция" группа Б3431д

Руководитель ВКР

Д.А. Макаров

(ученая степень, ученое звание, и. о. фамилия)

На тему Разработка проекта систем отопления и вентиляции школы в поселке Сангар

Дата защиты ВКР «25» июня 2018 г.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием, представлены пояснительная записка из пяти глав на 53 страницах, список использованной литературы из 24 наименований, восемь приложений и графическая часть на восьми листах формата А1.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы обоснована нормативными документами, требующими поддержания оптимальных параметров микроклимата в общеобразовательных учреждениях.

Расчетная часть выполнена в полном объеме, соответствует нормативным требованиям и включает: расчет тепловых потерь помещений, гидравлический расчет трубопроводов, расчет поверхности отопительных приборов, определение воздухообмена, аэродинамический расчет системы вентиляции, подбор оборудования вентиляционной камеры.

В первой главе приведены общие данные, касающиеся проектирования систем отопления и вентиляции, а также основные требования к системам.

Во второй главе определена нагрузка на систему отопления.

В третьей главе выполнен расчет системы отопления.

В четвертой главе рассматриваются вопросы расчетного воздухообмена помещений.

В пятой главе определены схемы воздухообменов помещений, выполнен аэродинамический расчет, осуществлен подбор основного оборудования систем вентиляции.

Во время выполнения ВКР, Павлюк В.К. проявил максимальную степень увлеченности, показал себя как ответственный и работоспособный выпускник. Материал изложен последовательно и грамотно.

В целом, Павлюк В.К. заслуживает оценки «отлично» и присвоения квалификации «бакалавр»

Оригинальность текста ВКР составляет 87,59 %.

Руководитель ВКР

(уч. степень, уч. звание)

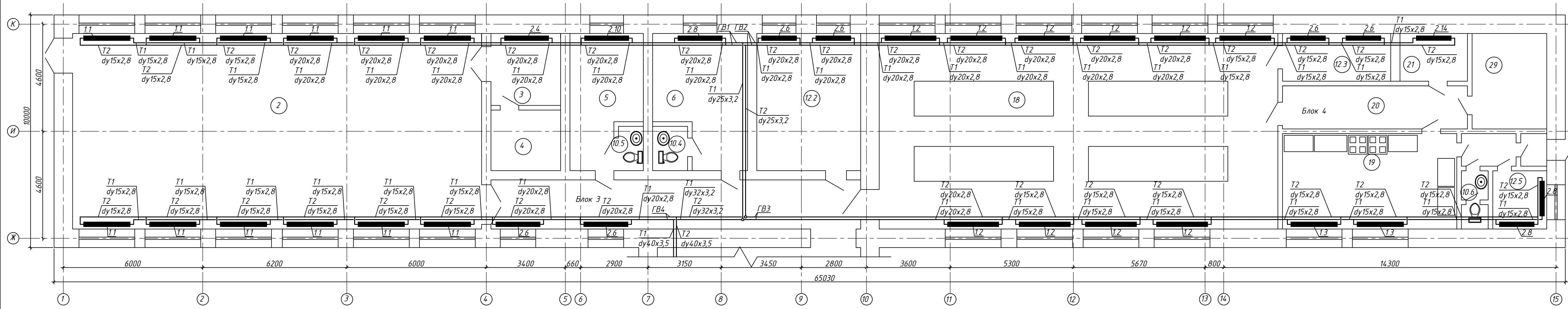
(подпись)

Д.А. Макаров

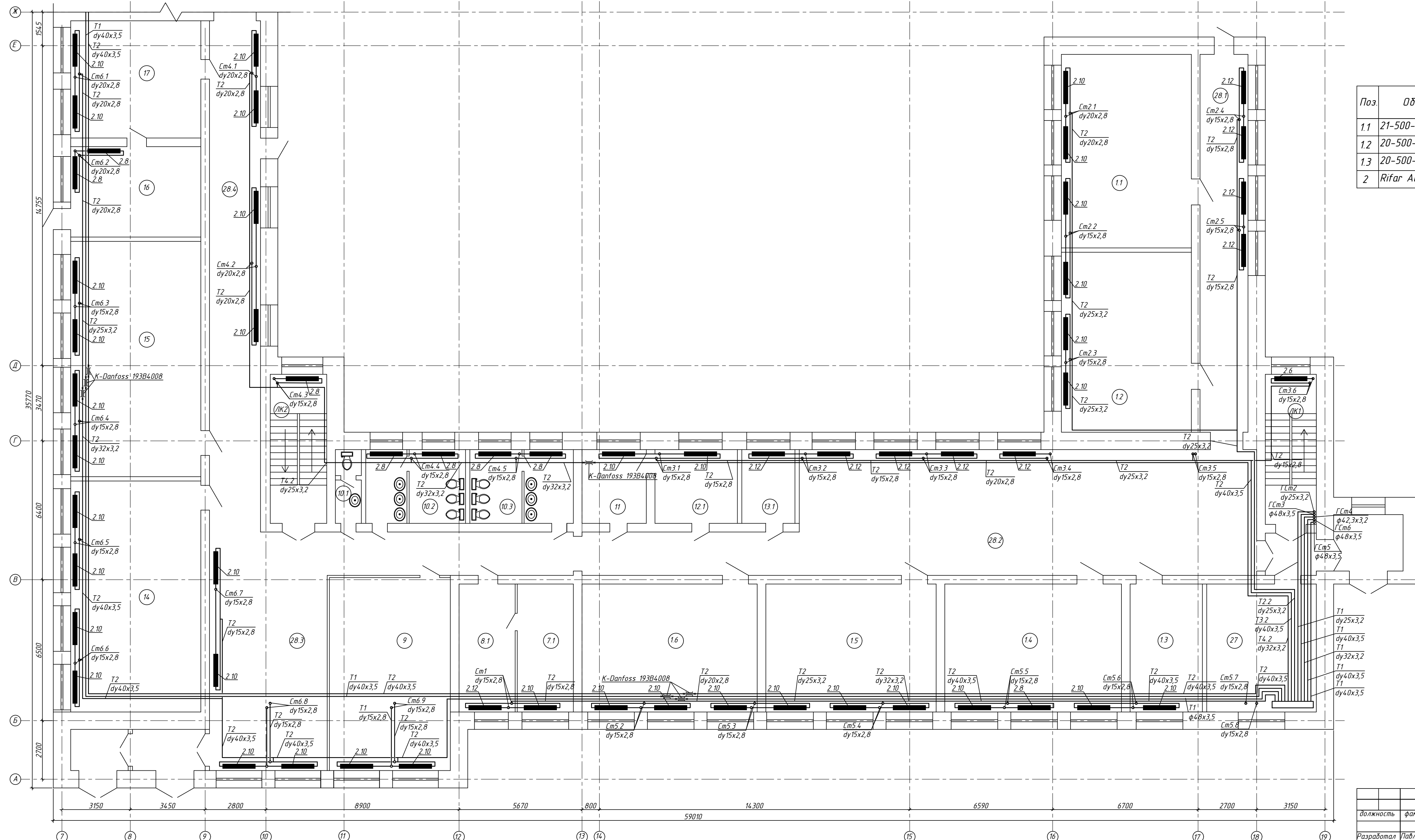
(и. о. фамилия)

«25» июня 2018 г.

Фрагмент плана этажа на
отм. 0,000 в осях Ж-К;1-15



Фрагмент плана этажа на
отм. 0,000 в осях А-Ж;7-19



Экспликация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
1.1	21-500-1800	Радиатор стальной панельный	12	
1.2	20-500-2200	Радиатор стальной панельный	12	
1.3	20-500-1800	Радиатор стальной панельный	2	
2	Rifar Alum 500	Радиатор секционный алюминиевый		

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь помещения м2
1	Учебный класс	
2	Спортивный зал	149,5
3	Хранилище инвентаря	10,5
4	Тренерская	10,2
5	Раздевалка мужская	18,0
6	Раздевалка женская	24,5
7	Кабинет директора	
8	Кабинет секретаря	
9	Гардеробная	51,6
10	Уборная	
11	Электрощитовая	13,7
12	Кладовая	
13	Технический персонал	
14	Кабинет технологии (мужской)	67,6
15	Кабинет технологии (женский)	67,0
16	Кабинет психолога	
17	Кабинет бухгалтера	
18	Столовая	144,5
19	Готовочная	30,8
20	Мочная	15,0
21	Водоочистная	6,0
22	Библиотека	50,8
23	Учительская	
24	Кабинет завуча	
25	Книгохранилище	27,5
26	Медицинский пункт	27,0
27	Тепловой пункт	29,7
28	Холл	
29	Вентиляционная камера	14,0

Примечания
1 Cm2.5 - Первая цифра в обозначении стояка обозначает принадлежность к системе, вторая - порядковый номер стояка в ней
2 2.6 - Первая цифра - тип отопительного прибора в соответствии с экспликацией, вторая - количество секций прибора

ВКР 2018.08.03.01.001

должность	фамилия	подпись	дата
Разработал	Павлюк В.К.		
Проверил	Макаров Д.А.		
Заб. кафедрой	Козырь А.В.		

Разработка проекта систем
ОВ школы в п.Сангар

статья	лист	листоф
ВКР	1	8

Фрагменты планов этажа на отм. 0,000 в осях Ж-К;1-15 и А-Ж;7-19, экспликация помещений

ДВФУ
кафедра ИСЭиС

