



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

Инженерная школа

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

Беловолова Александра Павловна

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ
УЧЕБНОГО КОРПУСА ДВФУ**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

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

г. Владивосток
2018



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу бакалавра

студенту (ке)

Беловолова Александра Павловна

группы Б3431д

(фамилия, имя, отчество)

на тему: Реконструкция систем отопления и вентиляции учебного корпуса ДВФУ

Вопросы, подлежащие разработке (исследованию):

Обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса;

Технология очистки вентиляционных каналов;

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций;

Расчет теплопотерь здания; Конструирование и гидравлический расчёт системы отопления;

Выбор и расчет отопительных приборов;

Расчет воздухообмена в учебных и административных помещениях;

Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением и естественной вентиляции;

Подбор вентиляционного оборудования;

Разработка индивидуального теплового пункта;

Перечень графического материала:

Планы этажей с системами отопления; планы этажей с системами вентиляции;

Схема системы отопления;

Схема системы вентиляции;

Разрезы венткамеры

Основные источники информации и прочее, используемые для разработки темы
СП 60.13330.2016, СП 118.13330.2012*, СП 44.13330.2011, СП 251.1325800.2016

Срок представления работы « 23 » _____ июня _____ 2018 г.

Дата выдачи задания « 28 » _____ декабря _____ 2017 г.

Руководитель ВКР ст.препод.
(должность, уч.звание)

_____ (подпись)

_____ (и.о.ф)

Задание получил _____

_____ (подпись)

_____ (и.о.ф)



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

ГРАФИК

подготовки и оформления выпускной квалификационной работы

студенту (ке)

Беловолова Александра Павловна
(фамилия, имя, отчество)

группы Б3431д

на тему: Реконструкция систем отопления и вентиляции учебного корпуса ДВФУ

№ п/п	Выполняемые работы и мероприятия	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1.	Обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса		
2.	Изучение вопроса технологии очистки вентиляционных каналов		
3.	Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций		
4.	Расчет теплопотерь здания; Конструирование и гидравлический расчёт системы отопления; Выбор и расчет отопительных приборов;		
5.	Расчет воздухообмена в помещениях; Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением и естественной вентиляции;		
6.	Подбор вентиляционного оборудования;		
7.	Разработка индивидуального теплового пункта;		

Руководитель ВКР

ст.препод.
(должность, уч.звание)

(подпись)

(и.о.ф)

Задание получил

(подпись)

(и.о.ф)



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)

Беловолова Александра Павловна

(фамилия, имя, отчество)

направление (специальность) 08.03.01 Строительство

группа Б3431д

Руководитель ВКР

Н.С. Ткач

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

На тему Реконструкция систем отопления и вентиляции учебного корпуса ДВФУ

Дата защиты ВКР «25» июня 2018 г.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с заданием и в полном объеме, представлена пояснительной запиской из четырех глав на 104 страницах, в том числе список литературы из 29 источников и приложения, а также графической частью на 4 листах формата А0 и 3 - А1.

Работа посвящена реконструкции систем отопления и вентиляции общественного здания, что является актуальным в современных условиях. Обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса выполнено в соответствии с методикой ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий.

Расчетная часть работы выполнена в полном объеме, соответствует нормативным требованиям и включает: теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, расчет тепловых потерь здания, конструирование и гидравлический расчёт системы отопления, выбор и расчет отопительных приборов, расчет воздухообмена в учебных и административных помещениях, аэродинамический расчет систем с механическим побуждением и естественной вентиляции, подбор вентиляционного оборудования,

Принятые технические решения обоснованы и соответствуют современным требованиям строительных правил, действующих на территории Российской Федерации. Принятое к установке оборудование обеспечивает высокую эффективность и надежность работы.

Графическая часть работы выполнена на хорошем уровне и в соответствии с требованиями к оформлению выпускных квалификационных работ.

При написании выпускной квалификационной работы Беловолова А.П. показала способность к самостоятельной работе, умение работать с нормативной и научно-технической литературой, анализировать информацию при поиске и принятии

оптимальных технических решений, умение работать в двухмерной системе автоматизированного черчения, а так же знания современных методик расчетов.

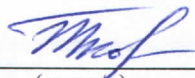
Качество изложения материалов и оформление выпускной квалификационной работы выполнено в соответствии с требованиями.

Представленная работа заслуживает оценки **отлично**, а Беловолова Александра Павловна присвоения квалификации бакалавр по направлению 08.03.01 «Строительство».

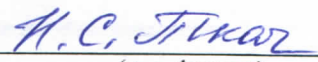
Оригинальность текста ВКР составляет 73%.

Руководитель ВКР _____

(уч. степень, уч. звание)



(подпись)



(и. о. фамилия)

«23» июня 2018г.

Аннотация

В выпускной квалификационной работе на тему: «Реконструкция систем отопления и вентиляции учебного корпуса ДВФУ» на основании оценки технического состояния запроектированы системы отопления и вентиляции в соответствии с актуальными требованиями нормативных документов.

Рассчитаны сопротивления ограждающих конструкций, произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, выполнен гидравлический расчет системы отопления, подбор отопительных приборов, аэродинамический расчет системы механической и естественной вентиляции, подобрано оборудование для приточно-вытяжной, вытяжной и приточной системы вентиляции, разработана схема индивидуального теплового пункта, подобрано оборудование и автоматика.

Содержание	
Аннотация	2
Введение	5
Глава 1. Оценка технического состояния систем отопления и вентиляции	6
1.1 Обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса	6
1.1.1 Обследование технического состояния системы отопления	6
1.1.2 Обследование технического состояния системы вентиляции	10
1.2 Очистка вентиляционных каналов	16
1.3 Технологические решения по системам отопления и вентиляции	20
1.3.1 Общие сведения по реконструкции системы отопления	20
1.3.2 Организация воздухообмена	21
Глава 2. Расчет и проектирование системы отопления	23
2.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	23
2.1.1 Характеристика объекта проектирования и климатические данные	23
2.1.2. Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	25
2.2 Определение отопительной нагрузки здания	28
2.2.1 Расчет потерь теплоты через ограждающие конструкции.	28
2.3 Конструирование и гидравлический расчёт системы отопления	32
2.4 Выбор и расчет отопительных приборов	35
Глава 3. Расчет и конструирование системы вентиляции	36
3.1 Исходные данные	36
3.2 Определение количества вредных выделений	36
3.3 Расчет воздухообмена в помещениях	37
3.4 Организация воздухообмена в помещениях	40
3.5 Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением	41
3.6 Аэродинамический расчет естественной вентиляции	42
3.7 Подбор вентиляционного оборудования	42
Глава 4. Разработка индивидуального теплового пункта	45
4.1 Описание и обоснование способов прокладки	45
4.2 Характеристика и назначение оборудования теплового пункта	46
4.3 Узел учета тепловой энергии и теплоносителя	47
4.4 Эксплуатация узла учета тепловой энергии	47

4.5 Принятое оборудование ИТП	49
Заключение	51
Список использованных источников	52
Приложение А	55
Приложение Б	88

Введение

Реконструкция объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) - изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов [6].

Работы по реконструкции здания начинаются с тщательного обследования состояния инженерных систем с целью установления типа систем, их текущего технического состояния (физический, моральный износ обследуемых инженерных систем), а также оценивается возможность их дальнейшей эксплуатации, в том числе соответствие актуальным нормативным требованиям.

Комплексное обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса Дальневосточного федерального университета (ДФУ), расположенного по адресу г. Владивосток, ул. Алеутская, 56 выполнено в соответствии с методикой, изложенной в [3].

Проектирование систем отопления и вентиляции произведено в соответствии с действующими нормами и правилами: СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения», СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования», СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [1,2,3,4,5].

Глава 1. Оценка технического состояния систем отопления и вентиляции

1.1 Обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса

Комплексное обследование систем отопления и вентиляции учебного корпуса Дальневосточного федерального университета (ДФУ), расположенного по адресу г. Владивосток, ул. Алеутская, 56 выполнено в соответствии с методикой, изложенной в [3].

1.1.1. Обследование технического состояния системы отопления

Система теплоснабжения централизованная, источник теплоснабжения центральный тепловой пункт, подключенный к ТЭЦ-1 с температурным графиком 130/70. Система отопления подключена по зависимой схеме через элеваторный узел. Система отопления однотрубная, с нижней разводкой, магистральные трубопроводы проложены под потолком цокольного этажа.

В здании установлены различные отопительные приборы. В учебных аудиториях установлены в основном чугунные радиаторы типа МС-140 (рисунок 1.1), в санузлах и актовых залах установлены гладкотрубные регистры отопления (рисунок 1.2). В отдельных помещениях установлены чугунные радиаторы ЧМ2-100-500-0.9-7 и алюминиевые радиаторы (рисунок 1.3).



Рисунок 1.1 Чугунный радиатор МС-140



Рисунок 1.2 Регистр из гладких труб



Рисунок 1.3 Алюминиевый и чугунный радиаторы

Большинство радиаторов поражены коррозией, имеется нарушение лакокрасочного покрытия, что обуславливает неэстетичный внешний вид.

Стояки и подводки к отопительным приборам в большинстве помещений выполнены из стальных водогазопроводных труб, однако в ряде случаев проведена замена стояков и подводок с использованием полипропиленовых (рисунок 1.3), металлополимерных (рисунок 1.4), стальных гофрированных (рисунок 1.5) трубопроводов.



Рисунок 1.4 Подводка из металлополимерных труб



Рисунок 1.5 Подводка из стальных гофрированных труб

В ходе обследования системы отопления выявлены следующие повреждения, неисправности и дефекты:

а) Отсутствие запорно-регулирующей арматуры на подводках к радиаторам (рис. 1.1, 1.2, 1.4, 1.5), что противоречит п.6.4.9 [3].

б) Отсутствие запорной арматуры и кранов для слива воды на стояках (рисунок 1.4) противоречит п.6.4.10 [3].



Рисунок 1.6 Подключение стояка системы отопления

в) Не соблюден уклон разводов из стальных гофрированных труб (рисунок 1.5)

г) поражение коррозией магистральных трубопроводов, некоторых стояков, подводок и отопительных приборов;

д) следы ремонтов (замена отдельных подводок, приборов), капельные течи в местах врезки запорно-регулирующей арматуры.

Согласно [25], в общественных зданиях при открытой (зависимой) схеме отопления, чугунные радиаторы подлежат замене через 25 лет, стояки и магистрали через 12 лет.

Термографическое исследование нагревательных приборов показало неравномерность прогрева отопительных приборов в спортивном зале (рисунок 1.7), что вызвано большим числом секций радиаторов и слабой гидравлической увязкой системы в целом.

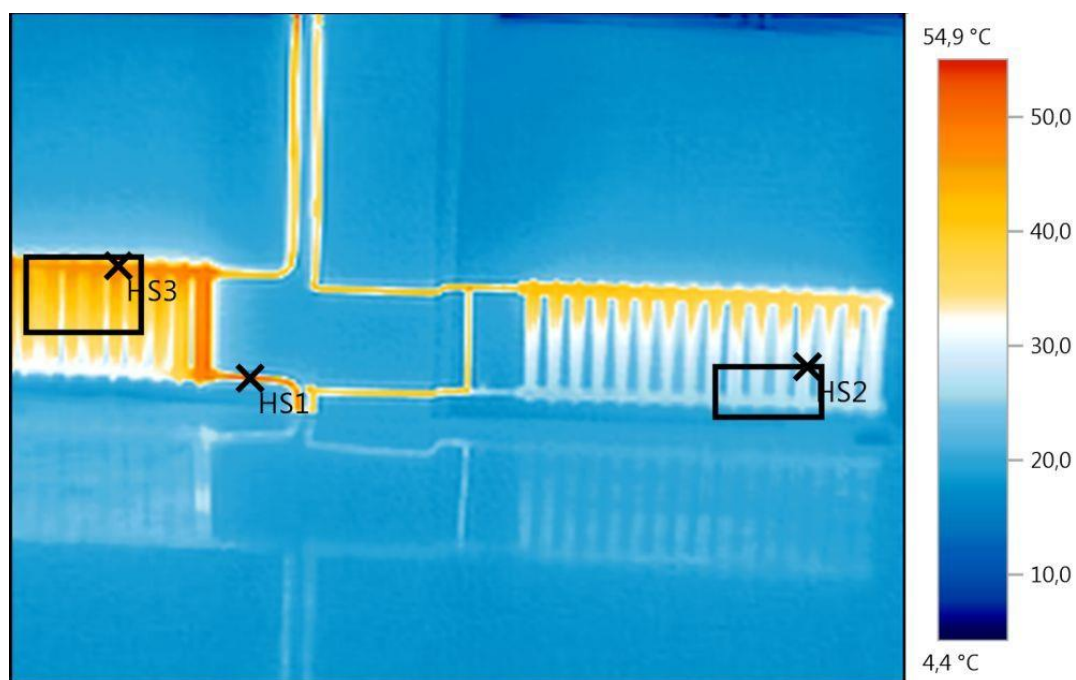


Рисунок 1.7 Радиатор спортзала. HS1: 54,9 °C; HS2: 30,3 °C HS3: 48,7 °C

1.1.2. Обследование технического состояния системы вентиляции

В здании имеются следующие виды вентиляционных систем: вытяжная естественная канальная с механической подачей воздуха в отдельные помещения (потокные аудитории), Удаление воздуха из санузлов организовано механической вытяжной системой вентиляции. В спортивном зале предусмотрена канальная приточно-вытяжная система. Обследование вентиляционных каналов, выходящих на совмещенную кровлю (рисунок 1.8), показало отсутствие механических повреждений вентиляционных шахт, однако проходимость некоторых каналов нарушена.



Рисунок 1.8 Вентиляционные шахты

В отдельных помещениях нет доступа к вытяжным решеткам, так как они замоноличены, либо перекрываются конструкцией подшивного потолка (рисунок 1.9, 1.10).



Рисунок 1.9 Частично заблокированная вытяжная решетка



Рисунок 1.10 Замоноличенная вытяжная решетка

Удаление воздуха из санузлов осуществляется по отдельным воздуховодам, которые собираются в один коллектор, расположенный в вентиляционной камере на крыше здания, которая, в свою очередь, соединена с вытяжным центробежным вентилятором. Вытяжные решетки загрязнены пылевыми частицами (рисунок 1.11) Воздуховоды, проходящие в помещении, окрашены, следов коррозии не выявлено. Вентиляционная камера завалена строительным мусором (рисунок 1.12). Попытка запуска центробежного вентилятора окончилась неудачей.



Рисунок 1.11 Вытяжная решетка в санузле



Рисунок 1.12 Вентиляционная камера вытяжной вентиляции

На воздуховодах и оборудовании приточной системы присутствуют следы коррозии. Однако вентилятор не имеет электродвигателя (рисунок 1.13), отсутствует секция соединяющая вентилятор с калорифером (рисунок 1.14). Приточные воздуховоды частично демонтированы, ряд решеток заблокирован.



Рисунок 1.13 Приточный вентилятор без электродвигателя



Рисунок 1.14 Вставка между калорифером и вентилятором

При обследовании системы вентиляции спортзала установлено, что приточный вентилятор не соединен с калорифером (рисунок 1.15), приточная вентиляционная решетка венткамеры демонтирована, проем заделан. Вентилятор в работоспособном состоянии.



Рисунок 1.15 Приточная вентиляция спортзала

Вытяжные вентиляторы не соединены с воздуховодами, имеются следы поражения коррозией (рисунок 1.16, 1.17).



Рисунок 1.16 Вытяжной вентилятор спортзала



Рисунок 1.17 Вытяжной вентилятор спортзала

Вывод

Физический износ системы отопления по [24] составляет 50%. По совокупности признаков, в соответствии с требованиями [6], категория технического состояния системы отопления – ограничено-работоспособное. Система отопления не отвечает требованиям [3, 9, 11], рекомендуется выполнить реконструкцию.

По совокупности признаков система вентиляции находится в неработоспособном состоянии. Рекомендуется выполнить реконструкцию системы вентиляции.

1.2 Очистка вентиляционных каналов

При реконструкции и капитальном ремонте общественных зданий часто возникает необходимость прочистки внутрискриенных каналов естественной вентиляции. Типичные загрязнители, такие как пыль, жировые отложения тополиный пух, волосы и т.д., являются источником повышенной пожароопасности, а также благоприятной средой размножения пылевых клещей и бактерий, что может привести к ухудшению самочувствия человека, а в долгосрочной перспективе и здоровья в целом.

Проверка технического состояния вентиляционных каналов осуществляется во вновь построенных, реконструируемых или капитально отремонтированных зданиях, при использовании существующих каналов, а также в процессе их эксплуатации. Надежность работы каналов достигается путем проведения профилактических мероприятий, предусмотренных нормами и правилами [13, 14].

Одним из важных требований к вентиляционным каналам является наличие необходимой тяги в них для организации воздухообмена в помещениях. Во время проверок вентиляционных каналов уточняется:

- при первичной проверке – соответствие нормам примененных материалов, отсутствие засорений, плотность и обособленность каналов, наличие и исправность противопожарных разделок и соединительных патрубков, а также наличие тяги;

- при периодических проверках – отсутствие засорений, плотность и обособленность, исправность соединительных патрубков, наличие тяги [26].

Вентиляционные каналы подлежат также внеочередной проверке после проведения ремонтных работ. Проверку и очистку эксплуатируемых вентиляционных каналов проводят в сроки, объеме и методами, предусмотренными пожарными, санитарно-гигиеническими требованиями [14, 15]. Согласно Постановлению Правительства РФ от 14 мая 2013 г. №410 п. 12: периодичность плановой проверки производится не реже 3 раз в год (не позднее чем за 7 календарных дней до начала отопительного сезона, в середине

отопительного сезона и не позднее чем через 7 дней после окончания отопительного сезона).

Наличие тяги в вентиляционном канале может быть проверено листом тонкой бумаги, который прикладывается к вентиляционной решетке (рисунок 1.18). При достаточной тяге в канале лист бумаги плотно прилегает к решетке и самостоятельно удерживается в таком состоянии [26].



Рисунок 1.18 Проверка тяги в канале листом бумаги

В случае явного засорения вентиляционной решетки (рисунок 1.19) не следует пользоваться зажженной спичкой для установления наличия тяги в канале.

Диагностика функционирования вытяжного канала профессиональными службами осуществляется специальным прибором – анемометром, который измеряет и анализирует скорость воздушного потока (рисунок 1.20).



Рисунок 1.19 Вытяжное отверстие, требующее срочной прочистки



Рисунок 1.20 Проверка тяги в канале анемометром

Наличие засорений (завалов) в вертикальных вентиляционных каналах посторонними предметами выявляют внешним осмотром через вентиляционную решетку и путем опускания на веревке металлического

шара диаметром 80-110 мм через устье каналов. При опускании шара следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить стенки канала. Свободное перемещение шара свидетельствует об отсутствии засоров [26].

Очистку вентиляционных каналов от пыли выполняют трубочистой тройкой с жесткой волосяной щеткой (рисунок 1.21), а патрубки – веником. Качество очистки проверяют путем контрольного опускания трубочистой тройки. Свободное перемещение тройки свидетельствует о качественной очистке.



Рисунок 1.21 Очистка вентиляционных каналов от пыли жесткой волосяной щеткой

Очистку вентиляционных каналов от засоров или завалов осуществляют методом проталкивания или разборки. Прежде всего, определяют засорение это или завал. Если после 3-4 ударов металлическим шаром длина веревки, на которой опускают шар, увеличивается, то можно предположить, что это засорение канала. Засорение устраняют путем проталкивания предметов, вызвавших засор, шаром или шестом. Завал же полностью перекрывает сечение канала, не поддается проталкиванию и чаще всего устраняется путем вскрытия стенок канала, и разборки завала вручную через проем. После

устранения завала выполняется повторная проверка шаром и заделывается проем в стенках канала [23].

При механическом способе чистки вентиляционных каналов применяются также промышленные пылесосы, установки на сжатом воздухе, чистящие механизмы.

В случае обнаружения несоответствий вентиляционных каналов требованиям настоящих правил принимают срочные меры к их устранению.

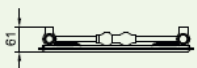
Большинство людей значительную часть своего времени вынуждены проводить в общественных зданиях, а значит, их здоровье зависит от микроклимата, воздушной среды офисов, зданий, спортивных комплексов, предприятий и магазинов. Своевременная прочистка вентиляционных каналов дает возможность обеспечить свежесть и чистоту воздуха, поддерживать оптимальные параметры влажности и температуры.

1.3 Технологические решения по системам отопления и вентиляции


1.3.1 Общие сведения по реконструкции системы отопления

В действующей системе отопления в учебном корпусе ДВФУ были использованы различные отопительные приборы, что усложняет гидравлическую балансировку системы отопления и нарушает эстетический вид, поэтому в выпускной квалификационной работе предусмотрен один вид приборов – стальные панельные радиаторы типа 10 и 22 марки Kermi (таблица 1.3.1, рисунок 1.22).

Таблица 1.3.1 - Типы стальных панельных радиаторов [29]

Артикул			Номер RAL рег.знак качества	Монтажная высота, (BH) мм	Монтажная длина, (BL) мм	Монтажная глубина, (BT) мм
Verteo-Profil (FSN)						
Тип 10	Однопанельный		0903	1600 - 2200	400 - 700	61

Продолжение таблицы 1.3.1

Тип 22	Двухпанельный. Два ряда конвективного оребрения. С боковыми планками и верхней декоративной решёткой. С последовательным подключением панелей.		0906	1600 - 2400	300 - 800	100
---------------	--	---	------	-------------	-----------	-----

x2
INVOICE



Рисунок 1.22 Внешний вид радиатора типа 22 марки Kermi

1.3.2 Организация воздухообмена

После реконструкции, здание планируется использовать как школу и в связи с этим помещения относятся к категории общеобразовательных учреждений, поэтому согласно СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения», [4], внутренние температуры в помещениях и кратности воздухообмена представлены по таблице 1.2.2.

В учебных классах, аудиториях, помещениях, где не требовалось рассчитывать воздухообмен по вредностям, тепло- и влаговыведениям и т.д. предусмотрена естественная вытяжка и приток с механическим побуждением. В спортивном зале из-за больших тепло- и влаговыведений от людей, занимающихся подвижными видами спорта, был предусмотрен приток и вытяжка с механическим побуждением. Так же в обеденных залах и столовой рассматривались приток и вытяжка с механическим побуждением.

Таблица 1.3.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Помещения	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч, не менее	
		Приток	Вытяжка
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории без выделения вредных веществ, залы курсового и дипломного проектирования, читальные залы, конференц-залы, актовые залы, служебные помещения	18	2, но не менее 20 м ³ /ч наружного воздуха на одно место	
Лаборатории и другие помещения с выделением вредных и радиоактивных веществ, моечные при лабораториях с вытяжными шкафами	18	По расчету в соответствии с технологическими заданиями	
Моечные лабораторной посуды без вытяжных шкафов	18	4	6
Лаборатории с приборами повышенной точности	20	По расчету в соответствии с технологическими заданиями	
Спортивные залы с трибунами на 800 мест и менее	18°С - в холодный период года	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м ³ /ч на одного зрителя	
Спортивные залы без мест для зрителей	+15°С	По расчету, но не менее 80 м ³ /ч притока наружного воздуха на одного занимающегося	

Глава 2. Расчет и проектирование системы отопления

2.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

2.1.1 Характеристика объекта проектирования и климатические данные

Исходные данные:

- район строительства: г. Владивосток;
- назначение здания: общественное;
- число этажей: четыре;
- ориентация главного фасада: запад;
- чердак: отсутствует;
- подвал в основной части здания, в пристройке – пол по грунту.

Климатические данные района строительства выбраны в соответствии с СП131.13330.2012, [1] и представлены в таблице 2.1.1. Расчетные параметры наружного воздуха сведены в таблице 2.1.2.

Таблица 2.1.1 - Климатические характеристики района строительства

Наименование климатологической характеристики	Значение, единица измерения
Температура наиболее холодной пятидневки	-23 °С
Средняя температура отопительного периода	-4,3 °С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	7,5 °С
Относительная влажность наружного воздуха для самого холодного месяца	59 %
Расчетная скорость ветра для холодного периода года	5,2 м/с
Продолжительность отопительного периода	198 сут

Параметры микроклимата при проектировании систем отопления и вентиляции помещений принимались согласно СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция, кондиционирование» [3], СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [4], ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [7].

Таблица 2.1.2 - Расчётные параметры наружного воздуха

Город	Расчетная географ. широта, °	Барометрическое давление, гПа	Период	Параметры Б		
				t, °С	φ, %	v, м/с
Владивосток	45	993	Теплый	25	80	4,2
			Холодный	-23	52	7,3

Расчётные параметры температуры внутреннего воздуха представлены в таблице 2.1.3.

Таблица 2.1.3 - Расчётные параметры внутреннего воздуха

Наименование помещений	Расчетная температура воздуха, °С
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории без выделения вредных веществ, залы курсового и дипломного проектирования, читальные залы, конференц-залы, актовые залы, служебные помещения	18
Лаборатории и другие помещения с выделением вредных и радиоактивных веществ, моечные при лабораториях с вытяжными шкафами	18
Моечные лабораторной посуды без вытяжных шкафов	18
Лаборатории с приборами повышенной точности	20
Спортивные залы с трибунами на 800 мест и менее	18 °С - в холодный период года
С/у, умывальная, КУИ, техническое, подсобное помещения	16
Склад	12
Электрощитовая, кроссовая	5
Моечная	18
Столовая, обеденный зал	16

2.1.2 Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Для расчёта тепловых потерь здания необходимо знать теплозащитные качества ограждающих конструкций. Теплозащитные свойства характеризует сопротивление теплопередаче ограждения R , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Теплотехнический расчёт выполнен в программе «Microsoft Excel» для основной части здания и в программе «RTP» - для пристройки, в соответствии с СП 50.13330.2012 [2].

Требуемое сопротивление теплопередаче, $R_o^{\text{тр}}$, должно соответствовать требованиям энергосбережения, и определяться по таблице 3 [2] методом интерполяции значений в соответствии с градусо-сутками отопительного периода (ГСОП), вычисленными по формуле:

$$ГСОП = (t_e - t_{om.пер.}) \cdot z_{om.пер.}, \text{°C} \cdot \text{сут} / \text{год} \quad (2.2)$$

где $t_{om.пер.}$ – средняя температура отопительного периода, °C , (таблица 2.1);

$z_{om.пер.}$ – продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°C , сут, (таблица 2.1);

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.3)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по приложению Т [2].

Фактическое сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} \quad (2.4)$$

где α_e – то же, что в формуле (2.1);

α_n – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/ (м²·К) принимаемый по табл. 6 [2].

Значения R_{mp} для величин ГСОП, отличающихся от табличных (табл. 3*[2]), следует определять по формуле:

$$R_{mp} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2.6)$$

где a , b – коэффициенты, значение которых следует принимать по данным таблица 3 [2] для соответствующих групп зданий.

Конструкция наружной стены представлена на рисунке 2.1:

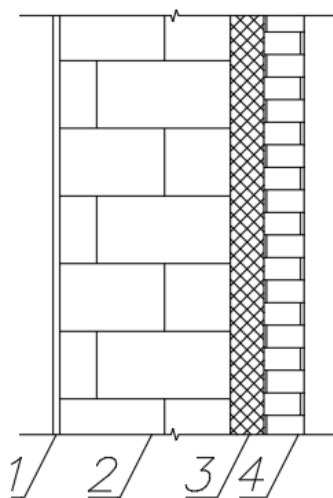


Рисунок 2.1. Конструкция наружной стены

1 – внутренняя штукатурка, теплопроводность $\lambda_1 = 0,47$ Вт/(м°С), толщина слоя $\delta_1 = 20$ мм; 2 – кирпич, теплопроводность $\lambda_2 = 0,81$ Вт/(м°С), толщина слоя $\delta_2 = 510$ мм; 3 – утеплитель, теплопроводность $\lambda_3 = 0,038$ Вт/(м°С), толщина слоя $\delta_3 = 100$ мм; 4 – силикатный облицовочный кирпич, теплопроводность $\lambda_4 = 0,7$ Вт/(м°С), толщина слоя $\delta_4 = 120$ мм.

Утеплителем для наружных стен принят материал: Базалит Л – это легкие и эластичные теплоизоляционные плиты на основе базальтового волокна, а

именно марки Л-50. Плиты из каменной ваты не горючие, гидрофобизированные тепло-, звукоизоляционные плиты из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы.

Передача теплоты из помещения через конструкцию пола или стены и толщу грунта, с которыми они соприкасаются, подчиняется сложным закономерностям. Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику. Поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной 2 м, параллельные стыку наружной стены и поверхности земли [21].

Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола, ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а остальная часть пола составит зону IV. Причем одна зона может начинаться на стене, а продолжаться на полу.

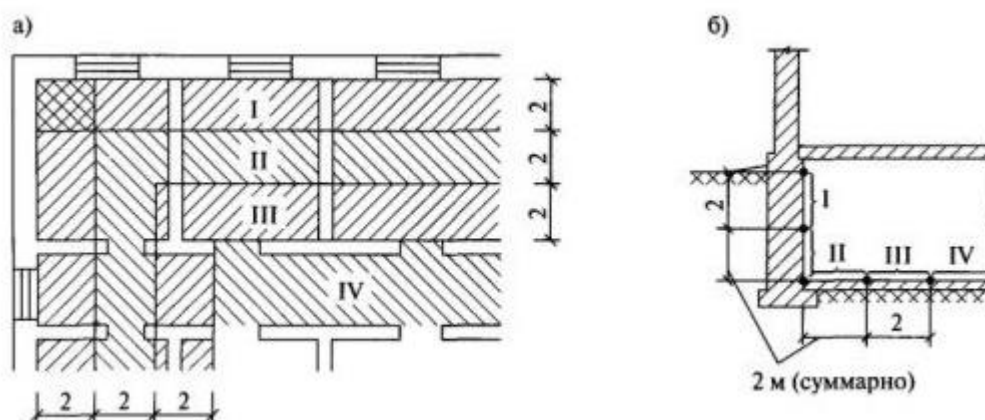


Рисунок 2.2. Разбивка поверхности пола (а) и заглубленных частей наружных стен (б) на расчетные зоны I-IV

Пол или стена, не содержащие в своем составе утепляющих слоев из материалов с коэффициентом теплопроводности менее $1,2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, называются неутепленными. Сопротивление теплопередаче такого пола принято обозначать $R_{нц}$, $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Для каждой зоны неутепленного пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

- зона I - $R_I = 2,1 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

- зона II - $R_{II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- зона III - $R_{III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;
- зона IV - $R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Если в конструкции пола, расположенного на грунте, имеются утепляющие слои, его называют утепленным, а его сопротивление теплопередаче $R_{уп}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяется по формуле:

$$R_{уп} = R_{нп} + R_{ус1} + R_{ус2} \dots + R_{усn} \quad (2.1)$$

где $R_{нп}$ – сопротивление теплопередаче рассматриваемой зоны неутепленного пола, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

$R_{ус}$ – сопротивление теплопередаче утепляющего слоя, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

Для пола на лагах сопротивление теплопередаче $R_{л}$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, рассчитывается по формуле:

$$R_{л} = 1,18 \cdot R_{уп} \quad (2.2)$$

Расчет сопротивления теплопередаче пола по грунту приведен в расчетных данных программы «RTI» и приведен в приложении А.

Результаты расчета сопротивления теплопередаче приведены в приложении А.

2.2 Определение отопительной нагрузки здания

Система отопления должна обеспечивать нормируемую температуру воздуха в помещении, учитывая тепловые потери через ограждающие конструкции, расход теплоты на нагревание инфильтрирующегося наружного воздуха, а также тепловой поток, поступающий от освещения, технологического оборудования, трубопроводов, людей и других источников тепла.

2.2.1 Расчет потерь теплоты через ограждающие конструкции

Теплопотери помещения складываются из основных и добавочных.

Потери теплоты через ограждающие конструкции являются основными. Они зависят от: термического сопротивления ограждающей конструкции,

площади, перепадам температур между температурой воздуха внутри помещения и расчетной температурой наружного воздуха.

Основные теплотери в помещении определяются по формуле:

$$Q = \frac{A \cdot (t_v - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n}{R}, \text{ Вт} \quad (2.3)$$

где $A, \text{ м}^2$ – расчетная площадь наружной ограждающей конструкции;

$R, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;

$t_v, \text{ °C}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения;

$t_n, \text{ °C}$ – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года;

n – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху.

При определении расчётных площадей ограждений, через которые теряется теплота, придерживаются следующими правилами:

а) поверхность окон, дверей и фонарей измеряется по наименьшим размерам строительных проёмов в свету;

б) поверхности потолков и полов над подвалами измеряют между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен;

в) высоту стен первого этажа при наличии пола, расположенного непосредственно на грунте, считают от уровня чистого пола первого этажа до уровня пола второго этажа. Высоту стен промежуточных этажей берут по осям между этажами;

г) длину наружных стен не угловых помещений измеряют между осями внутренних стен, а в угловых помещениях – от внешних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен [20, 21].

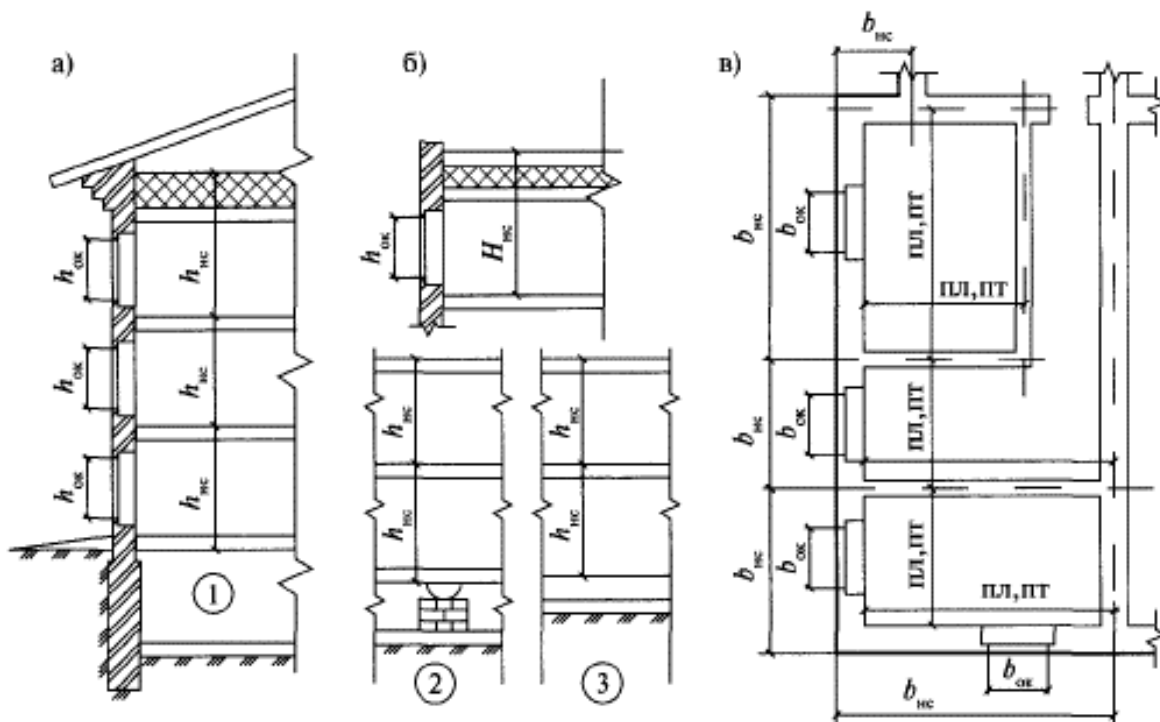


Рисунок 2.3. Правила обмера площадей ограждающих конструкций:

- а – разрез здания с чердачным перекрытием;
- б – разрез здания с совмещенным покрытием; в – план здания;
- 1 – пол над подвалом; 2 – пол на лагах; 3 – пол на грунте

Существуют дополнительные теплотери, которые возникают в зависимости от ориентации здания по сторонам света, обдувания ветром и другие. Возникающие дополнительные потери теплоты принято учитывать введением установленных практикой добавок к основным теплотерям.

Добавочные потери теплоты β через ограждающие конструкции принимались в долях от основных потерь. В помещениях через наружные вертикальные стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад - в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно - по 0,05 на каждую стену, дверь и окно и т.д.; через необогреваемые полы 1-го этажа с холодными подпольями (если $t_n \leq -40^\circ\text{C}$) – 5%; на врывание холодного воздуха через наружные двери (от уровня 1-го этажа до карниза верхнего этажа).

Следует учитывать дополнительные потери теплоты $Q_{\text{инф}}$, Вт на нагревание воздуха, необходимого для естественной вентиляции помещений, поступающего путём инфильтрации через окна, двери, в зависимости от их площадей, а также температур внутреннего и наружного воздуха [21].

Расход наружного воздуха, поступающего в помещения в результате инфильтрации в расчетных условиях, зависит от объемно-планировочного решения здания, а также плотности окон, балконных дверей, витражей. Задача инженерного расчета сводится к определению расхода инфильтрационного воздуха $G_{\text{инф}}$, кг/ч, через отдельные ограждения каждого помещения. Инфильтрация через стены и покрытия невелика, поэтому ею обычно пренебрегают и рассчитывают только через заполнение световых проемов, а также через закрытые двери и ворота, в том числе и те, которые при обычном эксплуатационном режиме не открываются [21].

Разность давлений по разные стороны воздухопроницаемого элемента здания принимает вид [21]:

$$\Delta p = 0,5H(\rho_n - \rho_v)g - h(\rho_n - \rho_v)g + 0,5 \frac{\rho_n v^2}{2} K_{\text{дин}} (C_n - C_z), \quad (2.4)$$

где h – расстояние от земли до центра рассматриваемого воздухопроницаемого элемента в здании (окна, балконной двери, входной двери в здание, ворот, витража), м;

Из формулы (2.4) видно, что при определенных соотношениях значений каждого слагаемого формулы на верхних этажах может сформироваться отрицательная разность давлений $\Delta p = p_n - p_v$, что означает невозможность инфильтрации [21].

Расход инфильтрационного воздуха G_0 , кг/(м²·ч), при этом составит [21]:

- через окна:

$$G_0 = \frac{1}{R_{\text{инф,ок}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}; \quad (2.5)$$

- через двери и ворота:

$$G_0 = \frac{1}{R_{\text{инф,нд}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.6)$$

где $R_{инф,ок}$, $R_{инф,нд}$ – фактическое сопротивление воздухопроницанию соответственно окна и двери (ворот) (при $\Delta p_o = 10$ Па), $(м^2 \cdot ч)/кг$.

Расход теплоты на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{инф}$, Вт, определяется по формуле [21]:

$$Q_{инф} = 0,28G_o c A (t_b - t_n) k, \quad (2.7)$$

где c – теплоемкость воздуха, $кДж/(кг \cdot ^\circ C)$;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях [21].

Теплопотери помещения определяют по уравнению:

$$Q_{п} = Q + Q_i - Q_б, \text{ Вт}, \quad (2.8)$$

где Q , Вт – теплопотери помещения, (сумма теплопотерь через наружные ограждающие конструкции помещения) определяемые по уравнению 2.3;

Q_i , Вт – теплопотери за счет инфильтрации наружного воздуха в помещение, рассчитываемые по уравнению 2.7;

$Q_б$, Вт – тепlopоступления от оборудования (осветительные и бытовые приборы), принимаются равными 10 Вт на $1 м^2$ помещения.

Расчет теплопотерь производился в программах Ehel и RTI, результаты расчетов представлены в Приложении А.

2.3 Конструирование и гидравлический расчет системы отопления

По результатам обследования технического состояния системы отопления принято решение о реконструкции системы, для обеспечения выполнения требований нормативных документов. В здании учебного корпуса ДВФУ в г. Владивостоке была запроектирована однотрубная система отопления с нижней разводкой.

В качестве материала для трубопроводов были приняты сталь для магистральных трубопроводов, полипропиленовые трубы - для стояков и подводок к радиаторам. Трубы из полипропилена фирмы «Рандом сополимер» были выбраны исходя из преимуществ при монтаже и эксплуатации, а именно: низкое гидравлическое сопротивление, срок службы – не менее 25 лет; высокая

химическая стойкость; легкий ремонт и возможность замены поврежденных участков. Для магистральных трубопроводов использованы стальные трубы, так как они обладают высокой прочностью, низким коэффициентом теплового расширения, выдерживают высокие температуры.

В качестве отопительных приборов приняты радиаторы стальные панельные фирмы KERMI. Установка отопительных приборов осуществляется у наружных стен и под окнами.

Согласно п. 6.4.11 СП 60.13330.2016 в системах отопления следует предусматривать устройства для удаления воздуха и их опорожнения. На каждом отопительном приборе установлены воздухоотводчики VT.501 фирмы Valtec, предназначенные для автоматического удаления скопившихся в отопительном приборе газов и воздуха [28].

В качестве запорной арматуры подобран кран шаровой радиаторный полипропиленовый прямой VTr.717.0 производителя Valtec, который позволяет перекрывать поток теплоносителя через отопительный прибор [12]. Так же была предусмотрена запорно-регулирующая арматура – термостатический клапан VT.034 – прямой фирмы Valtec. Клапан дает возможность автоматически регулировать расход теплоносителя, что позволяет автоматически поддерживать температуру воздуха в помещении на заданном уровне с точностью до 1 °С [28].

Для гидравлической увязки системы применяются ручные балансировочные клапаны MSV-BD фирмы Danfoss [27].

Гидравлический расчет производится методом динамических давлений с переменным перепадом температур.

Суть данного метода заключается в том, что потери давления по длине теплопроводов, т. е. потери на трение, заменяют равноценными им потерями в местных сопротивлениях. Это положение можно выразить уравнением:

$$Rl = \zeta_{\text{зам}} P_{\text{д}} \quad (2.9)$$

$$l * \frac{\lambda}{d_{\text{в}}} * P_{\text{д}} = \zeta_{\text{зам}} * P_{\text{д}} \quad (2.10)$$

Из уравнения (2.10) выражаем $\zeta_{\text{зам}}$:

$$l * \frac{\lambda}{d_B} = \zeta_{\text{зам}} \quad (2.11)$$

При такой замене потеря давления на расчётном участке определит уравнением:

$$\Delta P_{\text{уч}} = (\xi_{\text{зам}} + \sum \xi) \cdot P_{\partial} = \xi_{\text{прив}} \cdot P_{\partial}, \quad (2.12)$$

где $\xi_{\text{прив}} = (\xi_{\text{зам}} + \sum \xi)$ - приведенный коэффициент местного сопротивления гидравлического участка, включающий в себя сумму коэффициентов фактических местных сопротивлений, имеющих на участке, $\sum \xi$, и коэффициент местного сопротивления, заменяющий потери давления на трение по длине трубопроводов, $\xi_{\text{зам}}$.

Некоторым недостатком этого способа является принятие коэффициента гидравлического трения λ постоянным относительно скорости теплоносителя, независимо от того, что в системе водяного отопления скорости теплоносителя лежат в зоне переменных (по числу Рейнольдса – Re) значений коэффициентов гидравлического трения. Однако такое допущение оправдывается значительным упрощением расчетов, которые не выходят за пределы точности, допускаемой в инженерной практике.

Потери давления, $P_{\text{уч}}$, (Па), на гидравлическом участке трубопровода определяются по уравнению:

$$\Delta P_{\text{уч}} = P_{\partial} \cdot \zeta_{\text{прив}} \quad (2.13)$$

где P_{∂} - динамическое давление, Па;

$\xi_{\text{прив}} = \sum \xi + l \cdot \frac{\lambda}{d}$ - приведенный коэффициент местного сопротивления;

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на гидравлическом участке трубопровода;

l – длина гидравлического участка трубопровода, м;

$\frac{\lambda}{d}$ – отношение коэффициента сопротивления внутренней поверхности трубопровода к диаметру.

$G_{\text{уч}}$, кг/ч – расход теплоносителя на гидравлическом участке трубопровода, определяемый по уравнению:

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86Q_{\text{уч}}}{\Delta t}, \quad (2.14)$$

где $Q_{\text{уч}}$ – тепловая нагрузка на гидравлическом участке трубопровода, Вт;
 Δt – температурный перепад, °С.

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления приведен в Приложении А.

2.4 Выбор и расчет отопительных приборов

Отопительные приборы должны удовлетворять теплотехническим, технико-экономическим, санитарно-гигиеническим и эстетическим требованиям. Приборы должны допускать открытую установку их при различных решениях интерьеров, конструкция должна быть лёгкой, поверхность прибора доступной для очистки её от пыли.

К установке приняты отопительные приборы: радиаторы стальные панельные фирмы KERMI. Подбор радиаторов произведен по таблицам из каталога производителя [29].

Результаты подбора отопительных приборов представлены в Приложении А.

Глава 3. Расчет и конструирование системы вентиляции

3.1 Исходные данные

В выпускной квалификационной работе, после обследования систем, было принято произвести реконструкцию систем вентиляции.

Ориентация главного фасада – запад.

Данное здание имеет 4 этажа высотой по 3,5 м каждый.

В учебном корпусе есть помещения различного назначения, такие например как: аудитории, читальные залы, библиотека, спортивный зал, кафедры и так же административные помещения.

Параметры микроклимата сведены в таблицу 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Город	Расчетная географ. широта, °	Период	Параметры Б		
			t, °С	φ, %	v, м/с
Владивосток	45	Теплый	25	80	4,2
		Холодный	-23	52	7,3

3.2 Определение количества вредных выделений

В данной главе рассматриваются расчеты тепло-, влагоизбытков и характеристики источников тепло- и влаговыведений, характерных для различных встроенных и встроенно-пристроенных помещений, таких как: столовая, обеденный зал, спортзал.

Воздухообмен при общеобменной вентиляции помещений определяется по избыткам полного тепла, явного тепла, влаговыведениям, выделениям вредных газов и паров для трех периодов года: теплого, переходного и холодного [17].

Результаты расчета теплового режима помещений представлены в таблице 3.1.2.

Таблица 3.1.2 – Воздушно-тепловой баланс

Наименование помещений	Период года	Расчетный воздухообмен							
		По явному теплу		По полному теплу		По влаге		По сан. нормам	Выделения CO ₂
		кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	G _н , м ³ /ч	G(CO ₂), м ³ /ч
005 Обеденный зал	Х.П.	6137	7388	6513	7841	8,3	9,9	600	1,4
	П.П.	4505	5424	4611	5552	4,1	5,0		
	Т.П.	4308	5187	4013	4832	5,0	6,0		
006 Обеденный зал	Х.П.	4288	5162	4487	5403	4,1	5,0	400	0,9
	П.П.	3004	3616	3074	3701	2,8	3,3		
	Т.П.	2872	3458	2676	3221	3,3	4,0		
024 Обеденный зал	Х.П.	5403	6506	5642	6792	5,2	6,2	500	1,13
	П.П.	3725	4485	3919	4718	3,4	4,1		
	Т.П.	3702	4457	3411	4107	4,1	5,0		
025 Столовая	Х.П.	9052	10899	7915	9530	13,6	14,6	500	0,3
	П.П.	6126	7376	4418	5319	2,7	3,3		
	Т.П.	5877	7075	3191	3842	2,7	3,3		
001 Спортзал	Х.П.	8102	9755	6550	7887	7,5	9,0	400	1,2
	П.П.	4779	5754	3000	3612	2,7	3,3		
	Т.П.	6436	7749	3996	4811	3,3	4,0		

3.3 Расчет воздухообмена в помещениях

При заданной величине кратности воздухообмена по притоку и вытяжке производительность общеобменных систем вентиляции рассчитывается по формуле 3.1 [20]:

$$L=K \cdot V_{\text{пом}}, \quad (3.1)$$

где L, м³/ч – расчетный воздухообмен помещения;

K, 1/ч – нормативная кратность воздухообмена;

V_{пом}, м³ – внутренний объем помещения.

Сведения по воздухообмену каждого помещения занесены в таблицу 3.1.3.

Таблица 3.1.3 – Расчетные данные по воздухообмену помещений

№ помещения	Наименование помещения	Воздухообмен по кратности, Гк, м3/ч		Воздухообмен по саннормам	Примечание
		приток	вытяжка	Гс/н, м3/ч	
002	Умывальная	-	48	-	
003	Санузел	-	250	-	
004	Санузел	-	250	-	
005	Обеденный зал	по расчету		600	
006	Обеденный зал	по расчету		400	
009	КУИ	-	48	-	
022	Склад	-	43	-	
023	Моечная	189	284	40	
024	Обеденный зал	по расчету		500	
025	Столовая	по расчету		100	
101	Умывальная	-	50	-	
102	Санузел	-	250	-	
103	Санузел	-	250	-	
104	Малый читальный зал	91	91	200	
105	Большой читальный зал	400	400	500	
106	Аудитория	195	195	500	
107	Аудитория	109	109	260	
113	Кроссовая	-	37	-	
114	Администратор	121	121	60	
115	Электрощитовая	-	46	-	
116	КУИ	-	40	-	
117	Гардероб	311	156	-	
119	Гардероб	395	197	-	
120	Техническое помещение	-	46	-	
121	Техническое помещение	-	41	-	
127	Техническое помещение	-	41	-	
128	Кабинет директора	97	97	60	
129	Зам директора	96	96	20	
130	Бухгалтер	95	95	20	
131	Хранилище книг	-	128	-	
132	Аудитория	203	203	500	
133	Аудитория	101	101	260	
203	Умывальная	-	50	-	
204	Санузел	-	150	-	
205	Санузел	-	150	-	
206	Аудитория	193	193	500	

Продолжение таблицы 3.1.3

207	Аудитория	298	298	500	
208	Аудитория	195	195	500	
209	Аудитория	109	109	260	
213	Кроссовая	-	37	-	
214	Аудитория	121	121	260	
215	Аудитория	193	193	500	
216	Аудитория	294	294	500	
218	Кафедра	95	95	300	
219	Аудитория	403	403	500	
220	Подсобное помещение	-	45	-	
222	Подсобное помещение	-	41	-	
223	Кафедра	197	197	300	
224	Кафедра	196	196	300	
225	Кафедра	197	197	300	
226	Кафедра	198	198	300	
227	Методический кабинет	98	98	60	
228	Методический кабинет	76	76	60	
229	Аудитория	94	94	260	
301	Умывальная	-	50	-	
302	Санузел	-	150	50	
303	Санузел	-	50	-	
304	Аудитория	302	302	500	
305	Аудитория	186	186	500	
306	Аудитория	189	189	500	
307	Аудитория	106	106	260	
311	Кроссовая	-	37	-	
312	Аудитория	326	326	500	
313	Аудитория	91	91	260	
314	Аудитория	95	95	260	
315	Аудитория	94	94	260	
317	Аудитория	206	206	500	
318	Аудитория	292	292	500	
319	Подсобное помещение	-	44	-	
320	Подсобное помещение	-	45	-	
321	Аудитория	197	197	500	
322	Аудитория	93	93	260	
323	Хранилище книг	-	100	-	
324	Библиотека	422	422	500	
326	Актный зал	1086	1086	2000	
001	Спортзал	По расчету		400	
-101	Подсобное помещение	-	50	-	
-104	Раздевальная	290	139	100	

Окончание таблицы 3.1.3

-105	Уборная + ванная	-	125	-	
-106	Раздевальная	265	115	100	
-107	Учительская	105	105	20	
-108	Душевая	-	150	-	
-109	Санузел	-	50	-	
-110	Санузел	-	50	-	
-111	Душевая	-	150	-	

3.4 Организация воздухообмена в помещениях

Эффективность работы системы вентиляции зависит не только от количества вентиляционного воздуха, но и от способа организации воздухообмена, т.е. способа распределения и подачи приточного воздуха, способа удаления отработанного воздуха и схемы организации воздухообмена [8].

Согласно СП 251.1325800.2016 «Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования» п. 9.2.7. 9.2.8 в общеобразовательных зданиях предусматривают механическую приточную вентиляцию, в учебных помещениях предусматривают приточную вентиляцию с механическим побуждением и естественную вытяжную вентиляцию из расчета однократного и более обмена воздуха за 1 ч [5].

В ходе обследования систем вентиляции в здании, были соблюдены не все нормы по воздухообмену помещений согласно СП 60.13330.2016 и СП 118.13330.2012 [3,4].

В учебных классах, аудиториях, помещениях, где не требовалось рассчитывать воздухообмен по вредностям, тепло- и влаговыведениям и т.д. предусмотрена естественная вытяжка и приток с механическим побуждением. В спортивном зале из-за больших тепло- и влаговыведений от людей, занимающихся подвижными видами спорта, были предусмотрены приток и вытяжка с механическим побуждением. Так же в обеденных залах и столовой запроектированы приток и вытяжка с механическим побуждением.

3.5 Аэродинамический расчет систем с механическим побуждением

Для воздуховодов прямоугольного сечения за расчетную величину d принимаем эквивалентный диаметр $d_{\text{экв}}$, при котором потери давления в круглом воздуховоде при той же скорости будут равны потерям давления в прямоугольном воздуховоде

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot A \cdot B}{A + B}, \quad (3.2)$$

Скорость движения воздуха в воздуховоде определяется по формуле:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F}, \text{ м/с} \quad (3.3)$$

где F – площадь поперечного сечения воздуховода, м^2 .

$$F = A \cdot B, \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

Потери давления складываются из потерь давления на трение, потерь давления в местных сопротивлениях и потерь на решетке:

$$P_{\text{уч}} = \Delta P_{\text{тр}} + z + P_{\text{реш}}, \text{ Па} \quad (3.5)$$

где $P_{\text{реш}}$ - потери давления на решетке. Зависит от угла наклона жалюзи решетки и от ее типа. [19]

Потери давления на трение:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l, \text{ Па} \quad (3.6)$$

где R – удельные потери на трение, Па/м ;

l – длина участка воздуховода, м ;

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$z = \sum \xi \cdot P_0, \text{ Па} \quad (3.7)$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховода, коэффициенты на границе двух участков относят к участку с меньшим расходом.

Динамическое давление:

$$P_0 = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (3.8)$$

Результаты расчета занесены в приложении Б.

3.6 Аэродинамический расчет естественной вентиляции

Аэродинамический расчет вытяжных систем вентиляции с естественным побуждением движения воздуха отличается малыми значениями рекомендуемых скоростей и заданным располагаемым давлением по каждому уровню [15].

Гравитационное давление определяется по формуле 3.9 [20]:

$$P_{гр} = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \text{ Па} \quad (3.9)$$

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

$h, \text{ м}$ – высота вертикальных каналов системы;

$\rho_n, \rho_v, \text{ кг/м}^3$ – плотность наружного и внутреннего воздуха.

Условие работы системы с естественным побуждением [20]:

$$\Delta P_{\text{сист}} \leq P_{гр} \quad (3.10)$$

Рекомендуемая скорость движения воздуха в воздуховодах для систем с естественным побуждением до 1 м/с [20].

Результаты расчетов занесены в таблице в Приложении Б.

3.7 Подбор вентиляционного оборудования

Согласно СП 7.13130.2013 п. 6.10 для предотвращения распространения продуктов горения при пожаре в помещения различных этажей по воздуховодам систем общеобменной вентиляции должны быть предусмотрены противопожарные нормально открытые клапаны. В системе П1 были подобраны по размеру воздуховода клапаны ОКС-1М(60)-РВ по каталогу Арктика [19].

В системах общеобменной вентиляции предусматривают воздушные клапаны, которые служат для регулирования расхода воздуха и перекрытия воздуховодов. Клапаны АВК прямоугольного сечения приняты по каталогу Арктика [19].

Предусмотрена огнезащитная изоляция воздуховодов Изовент ИЕ30.

Вентиляционное оборудование приточно-вытяжной, приточных систем было подобрано по онлайн программе производителя «VTS». Вентиляторы вытяжной системы подобраны на сайте производителя Systemair.

Так, например, для системы В1 (воздух удаляется из санузлов) подобран крышной вентилятор DVG-V 400D4-8/F400. Для системы В2 (воздух удаляется из спротзала) – крышной вентилятор X-DVG-V 630D6/F400 IE2. Для систем В3 и В4 был подобран осевые вентиляторы MUB 025 315EC Multibox.

Система П1 обслуживает три этажа учебных, административных и общественных помещений. В результате аэродинамического расчета с расходом воздуха в системе П1 равным $16511 \text{ м}^3/\text{ч}$ и потерям давления $\Delta P=276 \text{ Па}$ подобрана приточная установка VVS100-R-FHV.

Система П2 обслуживает только помещение спротзала с расходом $L=9755 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $\Delta P=58 \text{ Па}$. Исходя из расчетных данных принята установка VVS075-R-FHV.

Система П3 обслуживает помещения, расположенные на цокольном этаже и с расходом $L=935 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $\Delta P=108 \text{ Па}$ принята установка – VVS010s-R-FHV.

На рисунке 3.7.1 изображен план-схема кровли с расположенными вентиляционными установками.

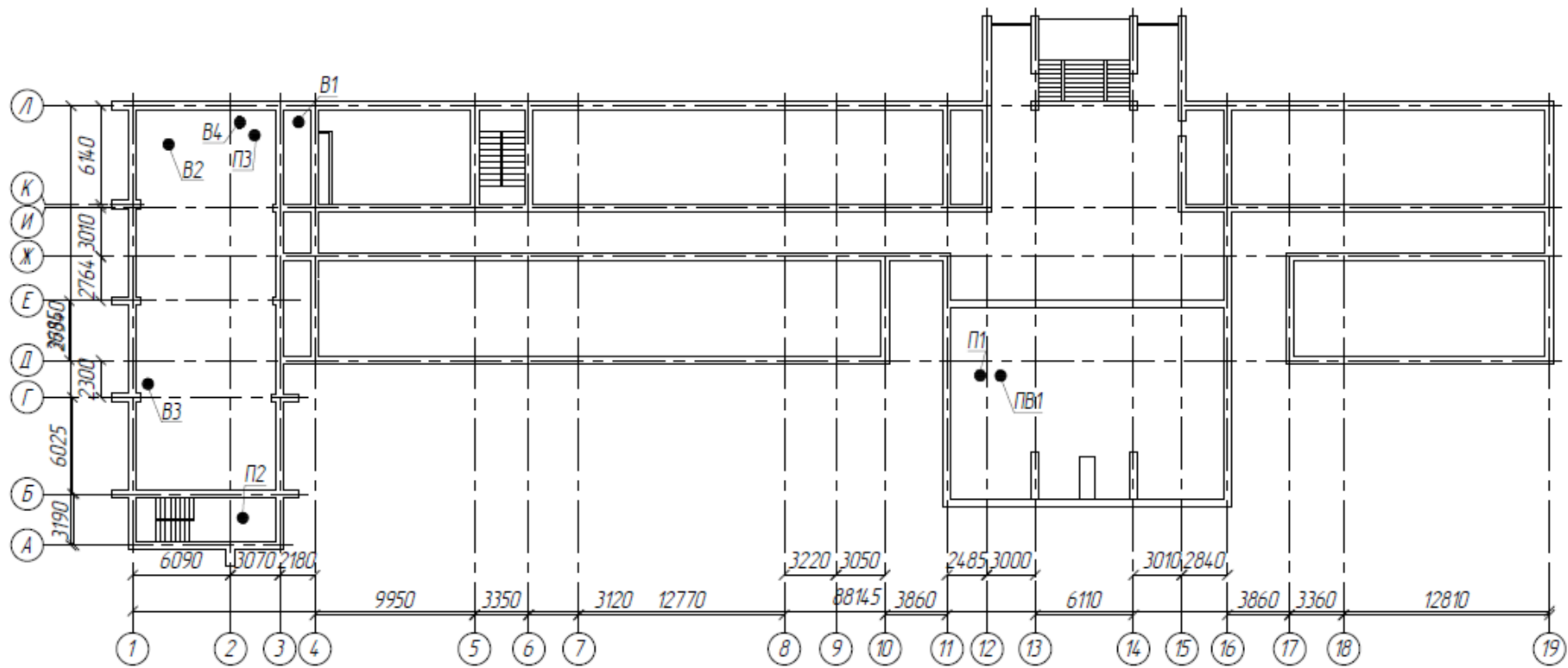


Рисунок 3.7.1 План-схема размещения вентиляционных установок

Глава 4. Разработка индивидуального теплового пункта

Тепловые пункты представляют собой узлы подключения потребителей тепловой энергии к тепловым сетям и предназначены для подготовки теплоносителя, регулирования его параметров перед подачей в местные системы, а также для учета потребления тепла.

В здании был предусмотрен индивидуальный тепловой пункт по зависимой схеме через элеваторный узел. В соответствии с п.6.1.2 [3] присоединение систем внутреннего теплоснабжения зданий к тепловым сетям по зависимой схеме необходимо предусматривать через автоматизированный насосный узел смешения для каждого здания, обеспечивая защиту от повышения давления, а также регулирование температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Присоединение систем внутреннего теплоснабжения через автоматизированный элеваторный узел не допускается.

Смесительный насос устанавливается при необходимости снижения температуры воды в системе отопления и располагаемом напоре, недостаточном для работы элеватора, а также при осуществлении автоматического регулирования в системе [9,10].

Сведения об источнике теплоснабжения, параметры теплоносителя:

Теплоносителем является вода;

Система отопления с температурным графиком 85/60 °С;

Система теплоснабжения – централизованная, закрытая;

Схема тепловых сетей принята тупиковая двухтрубная;

Схема присоединения системы отопления – зависимая.

4.1 Описание и обоснование способов прокладки

Диаметр трубопровода в месте подключения составляет d_u 65 мм.

Уклон трубопроводов запроектирован в сторону теплового пункта.

Все соединения трубопроводов осуществляются на сварке, за исключением арматуры, где применяются фланцевые соединения.

Проектом предусмотрена тепловая изоляция трубопроводов цилиндрами «ISOTЕСКК-ALC». Конструкция тепловой изоляции, ее толщина и покровный слой в зависимости от способа прокладки, температуры теплоносителя, диаметров трубопроводов приняты по СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» и СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

4.2 Характеристика и назначение оборудования теплового пункта

Тепловой пункт учебного корпуса расположен на цокольном этаже на отм. -3,500, что допустимо согласно СП 118.13330.2012 п.8.2 [4].

Средства автоматизации и контроля обеспечивают работу теплового пункта без постоянного присутствия обслуживающего персонала и при нормальной работе не требуют вмешательства оператора.

В тепловом пункте предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации.

В состав теплового пункта входят регулирующая, запорная, балансировочная, предохранительная арматура; обратные клапаны; фильтры; регуляторы давления и перепада давления; циркуляционные и подмешивающие насосы, приборы учета тепла и расходомеры теплоносителя; контрольно-измерительные приборы и приборы автоматики (КИП).

Все компоненты теплового пункта соединены между собой трубопроводами, отводами, переходами, штуцерами, гильзами и т.п. с помощью сварки, резьбовых, фланцевых и других соединений.

Силовая часть теплового пункта и приборы автоматики установлены в электрическом щите и щите автоматического управления.

Трубопроводы от предохранительных клапанов отвести в дренажный приямок.

4.3 Узел учета тепловой энергии и теплоносителя

Узел учета размещается на вводе тепловой сети в тепловой пункт и включает в себя комплекс приборов и устройств, и обеспечивает учет тепловой энергии, массы (объема) теплоносителя, а также контроль и регистрацию его параметров.

Учет тепловой энергии производится на основании Постановления Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. № 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя».

В узле учета тепловой энергии и теплоносителя с помощью приборов определяются:

- измерение объема, объемного расхода, температуры и давления;
- вычисление количества тепловой энергии, массы и средних значений температуры и давления;
- ввод настроечных параметров и показания текущих, архивных и настроечных параметров;
- ведение календаря, времени суток и учет времени работы;
- защита данных от несанкционированного изменения.

Каждый прибор учета должен проходить поверку с периодичностью, предусмотренной для него Госстандартом. Межповерочный интервал – 4 года.

К установке принят теплосчетчик ВКТ-7.

Теплосчетчик хранит часовые, суточные, месячные и итоговые показания величин в энергонезависимом архиве.

4.4 Эксплуатация узла учета тепловой энергии

Перед каждым отопительным сезоном осуществляется проверка готовности узла учета тепловой энергии к эксплуатации, о чем составляется соответствующий акт.

Узел учета тепловой энергии должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 18 ноября 2013 г. № 1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя».

За техническое состояние приборов узла учета источника теплоты несет ответственность указанное в акте допуска узла учета в эксплуатацию должностное лицо организации, на балансе которой находится узел учета.

Узел учета источника теплоты эксплуатируется персоналом источника теплоты.

Руководитель источника теплоты должен по первому требованию обеспечить представителям Госэнергонадзора и тепловых сетей беспрепятственный доступ на узел учета тепловой энергии и представить им для ознакомления документацию, относящуюся к узлу учета.

Показания приборов узла учета источника теплоты ежедневно, в одно и то же время, фиксируются в журналах. Время начала записей, показаний приборов узла учета в журнале фиксируется актом допуска узла учета в эксплуатацию. К журналам должны быть приложены записи показаний приборов, регистрирующих параметры теплоносителя.

Для определения количества тепловой энергии Q , отпущенной источником теплоты, используется формула:

$$Q = \left[\left(\sum_{i=1}^a G_{1i} \times h_{1i} - \sum_{j=1}^b G_{2j} \times h_{2j} - \sum_{k=1}^m G_{nk} \times h_{xBk} \right) \right] \times 10^3, \text{ Гкал (ГДж)}, \quad (4.1)$$

где Q_u - тепловая энергия, отпущенная источником теплоты, Гкал (ГДж);

a - количество узлов учета на подающих трубопроводах; b - количество узлов учета на обратных трубопроводах;

m - количество узлов учета на подпиточных трубопроводах;

G_{1i} - масса теплоносителя, отпущенного источником теплоты по каждому подающему трубопроводу;

G_{2j} - масса теплоносителя, возвращенного источнику теплоты по каждому обратному трубопроводу;

$G_{\text{ПК}}$ - масса теплоносителя, израсходованного на подпитку каждой системы теплоснабжения потребителей тепловой энергии;

h_{1i} -энтальпия сетевой воды в подающем трубопроводе;

h_{2i} -энтальпия сетевой воды в обратном трубопроводе;

$h_{\text{ХВК}}$ -энтальпия холодной воды, используемой для подпитки.

Среднее значение энтальпий за соответствующий интервал времени определяются на основании измерений среднечасовых температур и давлений.

4.5 Принятое оборудование ИТП

Контрольно-измерительные приборы — устройства для получения информации о состоянии технологических процессов путем измерения их параметров температур, давлений, расходов, уровней). К контрольно-измерительным приборам относятся первичные приборы и измерительные преобразователи. Первичные приборы могут быть показывающими, сигнализирующими, самопишущими и с дистанционной передачей показания на расстоянии (к вторичному прибору). К измерительным преобразователям относятся датчики и преобразователи, работающие в комплекте со вторичными или регулирующими приборами.

В ИТП в качестве контрольно-измерительных приборов используются манометры, для измерения давления, и термометры, для измерения температуры.

К установке принят манометр DM02-100-16; термометр 146B6822 компании Данфосс.

Датчиком называют чувствительный элемент автоматического устройства, воспринимающий контролируемую величину и преобразующий ее в сигнал, удобный для передачи на расстояние и воздействия на последующие элементы автоматических устройств. В схеме индивидуального теплового пункта подобран датчик температуры ESMU 087B1180 и предусмотрен датчик температуры наружный ESMT 084N1012.

Регулятор или управляющее устройство — в теории управления устройство, которое следит за состоянием объекта управления как системы и вырабатывает для неё управляющие сигналы. Регуляторы следят за изменением некоторых параметров объекта управления (непосредственно, либо с помощью наблюдателей) и реагируют на их изменение с помощью некоторых алгоритмов управления в соответствии с заданным качеством управления.

Для этой цели выбирается электронный регулятор «ECL 210».

Расчет и подбор производился с помощью программы компании «Danfoss» [27].

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе запроектированы системы: водяного отопления с однотрубной вертикальной разводкой; системы вентиляции с механическим и естественным побуждением - для учебного корпуса ДВФУ, расположенного в г. Владивосток, а также индивидуальный тепловой пункт.

В графической части выпускной квалификационной работы выполнены:

- планы этажей с системами отопления;
- планы этажей с системами вентиляции;
- схема системы отопления;
- схема системы вентиляции;
- разрезы вентиляционной камеры;
- схема индивидуального теплового пункта.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с требованиями действующих СП [1,2,3,4,5].

Расчетная часть выпускной квалификационной работы включает:

- теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
- расчет тепловых потерь здания;
- гидравлический расчет системы отопления;
- подбор отопительных приборов
- аэродинамический расчёт системы вентиляции с механическим и естественным побуждением.
- подбор вентиляционного оборудования;
- подбор оборудования индивидуально теплового пункта.

Запроектированные системы учебного корпуса будут исправно функционировать, так как результаты проведенных расчетов полностью соответствуют нормативным требованиям.

Список использованных источников

1. Свод правил СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-02-99*. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минстрой России, 2015. – 116 с.
2. Свод правил СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2002. – Введ. 2013-07-01 – М.: Минрегион России, 2012. – 139 с.
3. Свод правил СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 2013-01-01 – М.: Минрегион России, 2012. – 54 с.
4. Свод правил СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 2013-01-01 – М.: Минрегион России, 2011. – 76 с.
5. Свод правил СП 251.1325800. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования. – Введ. 2017-02-18.
6. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
7. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01 – Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве, 2011.
8. Свод правил СП 40-101-96. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер». – Введ. 96-09-04 – М.: Минстрой России.
9. Свод правил СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – Введ. 96-07-01 – М.: Минстрой России.
10. Свод правил СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. – Введ. 2013-01-01 – М.: Минрегион России, 2012. – 77 с.

11. 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 29 июля 2017 года).

12. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – Принят Государственной Думой, 2004.

13. Методические рекомендации по организации, контролю за очисткой и дезинфекцией систем вентиляции и кондиционирования воздуха МосМР 3.5.1.006-04 к приказу Центра Госсанэпиднадзора в г. Москве от «12» августа 2004 г. № 107 «Об организации контроля за очисткой и дезинфекцией систем вентиляции и кондиционирования».

14. Постановление главного государственного санитарного врача № 4 от 27 августа 2004 г. «Об организации и проведении очистки и дезинфекции систем вентиляции и кондиционирования воздуха».

15. Приказ № 107 от 12 августа 2004г. «Об организации контроля за очисткой и дезинфекцией систем вентиляции и кондиционирования».

16. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование./ Под ред. Проф. Б.М. Хрусталева – М.: Изд-во АСВ, 2008.- 784с.

17. Стомахина Г.И. ред. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: справочное пособие/ Стомахина Г.И., Бобровицкий И.И., Малявина Е.Г., Плотникова Л.В. — М.: Пантори, 2003г. 308с.

18. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции: справочное пособие/ Р.В. Щекин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем, Ф.И. Скороходько, Е.И. Чечик, Г.Д. Соболевский, В. А. Мельник, О.С. Корневская. – Киев.: Будівельник, 1976 г.-352 с.

19. Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчету и практическому применению.

20. Отопление и вентиляция жилых и общественных зданий: учебное пособие. / Штым А.С., Черненко В.П., Кобзарь А.В., Тарасова Е.В. / отв. ред.

А.С. Штым; Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 130 с.

21. Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие. // Е. Г. Малявина. – М.: АВОК – ПРЕСС, 2007. – 144 с.

22. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. / Б.М. Хрусталева, Ю.Я. Кувшинов, В.М. Копко [и др.]. – М.: АСВ, 2008. – 784 с.

23. Ю.А. Шмагин, Б.П. Адинсков. Правила производства работ и ремонта печей, дымоходов и газоходов. – М: «Стройиздат», 1986.

24. ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий.

25. ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения.

26. Занятие 5: «Требования при эксплуатации дымовых и вентиляционных каналов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://partner.sweephelp.ru/kurs-trubochista/lesson5>.

27. Сайт производителя <http://www.danfoss.ru/>

28. Сайт производителя <https://valtec.ru/>

29. Каталог продукции фирмы «Kermi» Германия, 2015, 132 с

Приложение А

Таблица А.1 – Результаты расчета теплотерь в программе Ecel

Номер помещения	Ограждающая конструкция	Ориентация	Размеры		Площадь с округлением	t(в)-t(n5)			$\frac{1}{R_g}$	n	Q ₀	1+∑β	Q	Q _{инф}	Q _{быт}	Q _{плн}	Примечание
1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Цокольный этаж																	
002, Умывальная	НС2	В	3,46	3,52	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,10	144	73		551	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
	Пл		6,1	3,5	21,50				0,25	0,6	124	1,00	124				
003, Санузел	НС1	В	3,23	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	73		532	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
	Пл		6,1	3,23	19,50				0,25	0,6	113	1,00	113				
004, Склад	НС1	В	3,27	3,52	9,00	12	-23	35	0,35	1	111	1,10	122	66		480	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	172	1,10	189				
	Пл		3,27	6,1	20,00				0,25	0,6	104	1,00	104				
005, Обеденный зал	НС1	В	9,49	3,47	25,00	16	-23	39	0,35	1	343	1,1	378	220	605	973	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	Пл		9,49	6,36	60,50				0,25	0,6	350	1	350				
006,	НС1	В	6,40	3,47	17,00	16	-23	39	0,35	1	233	1,1	257	147	405	653	

Обеденный зал	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	Пл		6,40	6,36	40,50				0,25	0,6	234	1	234				
007, Санузел	НС1	В	3,11	3,47	8,00	16	-23	39	0,35	1	110	1,1	121	73		520	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	Пл		3,11	6,36	20,00				0,25	0,6	116	1	116				
008, Санузел	НС1	В	3,46	3,47	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,1	144	73		554	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	Пл		3,46	6,36	22,00				0,25	0,6	127	1	127				
009, КУИ	НС1	В	3,56	3,47	10,00	16	-23	39	0,35	1	137	1,1	151	73		565	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210				
	Пл		3,56	6,36	22,50				0,25	0,6	130	1	130				
022, Склад	НС1	З	3,28	3,47	9,00	12	-23	35	0,35	1	111	1,05	116	66		471	
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	172	1,05	180				
	Пл		3,28	6,36	21,00				0,25	0,6	109	1	109				
023, Моечная	НС1	З	3,25	3,47	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	129	77		542	
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	Пл		3,25	6,36	20,50				0,25	0,6	125	1	125				
024, Обеденный зал	НС1	З	9,51	3,47	25,50	16	-23	39	0,35	1	350	1,05	368	220	605	935	
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,05	201				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,05	201				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,05	201				
	Пл		9,51	6,36	60,50				0,25	0,6	350	1	350				
025,	НС1	З	16,68	3,47	45,00	16	-23	39	0,35	1	618	1,1	680	367	1040	2888	

Столовая	НС2	С	6,71	3,47	23,50				1,96	1	1797	1,15	2067			
	5xO1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210			
	Пл		16,42	6,36	104,50				0,25	0,6	604	1	604			
ЛК1	НС1	В	3,35	14,21	37,50	16	-23	39	0,35	1	515	1,1	566	294		2079
	4xO1	В	1,77	1,46	10,50				1,96	1	803	1,1	883			
	Пг		3,35	6,62	22,00				0,27	0,9	208	1	208			
	Пл		3,35	6,62	22,00				0,25	0,6	127	1	127			
ЛК2	НС1	В	3,60	3,47	10,00	16	-23	39	0,35	1	137	1,1	151	73		524
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,1	210			
	НС2	Ю	1,88	3,47	6,50				0,35	1	89	1	89			

ΣQ, Вт = 12268

1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1 этаж																
101, Умывальная	НС2	В	3,46	3,52	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,10	144	39	393	
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210			
102, Санузел	НС1	В	3,23	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	39	385	
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210			
103, Санузел	НС1	В	3,27	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	39	385	
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210			
104, Малый читальный зал	НС1	В	3,18	3,52	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,10	135	41	211	185
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221			
105, Большой читальный зал	НС1	В	12,78	3,52	34,50	18	-23	41	0,35	1	498	1,10	548	162	845	750
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221			
	O1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221			

	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
106, Аудитория	НС1	В	6,34	3,52	19,50	18	-23	41	0,35	1	282	1,10	310	41	416	156	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
107, Аудитория	НС1	В	3,77	3,52	10,50	18	-23	41	0,35	1	152	1,10	167	41	244	184	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
109, Холл + ЛК2	Ост.1	В	5,60	10,52	59,00	16	-23	39	1,96	1	4512	1,15	5189	1918		50056	
	Ост.2 x 2	В	2,50	10,52	52,50				1,96	1	4015	1,15	4617				
	НС1	С	5,55	10,52	116,50				0,35	1	1600	1,15	1840				
	НС2	Ю	5,55	10,52	116,50				0,35	1	1600	1,05	1680				
	НС3	В	2,04	10,52	43,00				0,35	1	590	1,15	679				
	НС4	З	17,96	3,52	111,50				0,35	1	1531	1,10	1684				
	НС5	С	6,50	3,52	46,00				1,96	1	3516	1,15	28306				
	НС6	Ю	6,50	3,52	46,00				0,35	1	632	1,05	663				
	О1 x 4	З	1,77	1,46	10,50				1,96	1	803	1,10	883				
	Дв x 2	З	0,98	2,39	4,50				0,25	1	18	1,10	39				
	Пг		15,00	18,00	270,00				0,27	1	2559	1,00	2559				
113, Кроссовая	НС1	В	2,84	3,52	10,00	5	-23	28	0,35	1	99	1,10	108	0		108	
114, Администратор	НС1	В	4,17	3,52	12,00	18	-23	41	0,35	1	173	1,10	191	41	277	175	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				

115, Электрощитовая	НС1	В	3,22	3,52	11,50	5	-23	28	0,35	1	113	1,10	125	0		125	
116, КУИ	НС1	В	2,5	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	0		136	
117, Гардероб	НС1	Ю	6,62	3,52	23,50	16	-23	39	0,35	1	323	1,05	336	39		1141	
	НС2	В	10,42	3,52	34,00				0,35	1	467	1,15	538				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,15	227				
118, Коридор	О1	Ю	1,77	1,46	2,50	16	-23	39	1,96	1	191	1,00	191	39		340	
	НС1	Ю	3,01	3,52	8,00	16	-23	39	0,35	1	110	1,00	110				
119, Гардероб	НС1	Ю	6,71	3,52	23,50	16	-23	39	0,35	1	323	1,05	339	75		1339	
	НС2	З	13,1	3,52	41,00				0,35	1	563	1,10	619				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
	Дв	З	0,98	2,39	2,50				0,89	1	87	1,10	95				
120, Техническое помещение	НС1	З	3,36	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	39		472	
	НС2	С	1,61	3,52	5,50				0,35	1	76	1,15	87				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
121, Техническое помещение	О2	З	3,86	3,52	13,50	16	-23	39	1,96	1	1032	1,05	1084	206		1290	
127, Техническое помещение	О2	З	3,35	3,52	12,00	16	-23	39	1,96	1	918	1,05	964	179		1142	
128, Кабинет	НС1	Ю	1,64	3,52	6,00	18	-23	41	0,35	1	87	1,05	91	41	241	270	

директора	НС2	3	3,58	3,52	10,00				0,35	1	144	1,10	159				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
129, Зам директора	НС1	3	3,1	3,52	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	126	41	208	177	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	218				
130, Бухгал- тер	НС1	3	3,1	3,52	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	126	41	208	177	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	218				
131, Хранилище книг	НС1	3	16,04	3,52	43,50	18	-23	41	0,35	1	628	1,05	659	203		1918	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
132, Аудитория	НС1	3	6,44	3,52	20,00	18	-23	41	0,35	1	289	1,05	303	41	436	119	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
133, Аудитория	НС1	3	3,46	3,52	9,50	18	-23	41	0,35	1	137	1,05	144	41	248	148	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				

ΣQ₁, Вт = 61573

1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
2 этаж																
203, Умывальная	НС2	В	3,46	3,52	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,10	144	0	354	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210			

204, Санузел	НС1	В	3,23	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	0		346	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
205, Санузел	НС1	В	3,27	3,52	9,00	16	-23	39	0,35	1	124	1,10	136	0		346	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
206, Аудитория	НС1	В	6,41	3,52	17,50	18	-23	41	0,35	1	253	1,1	278	0	422	298	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
207, Аудитория	НС1	В	9,55	3,52	26,00	18	-23	41	0,35	1	375	1,1	413	0	627	449	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
208, Аудитория	НС1	В	6,34	3,52	17,00	18	-23	41	0,35	1	245	1,10	270	0	416	75	
	2xО1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				

209, Аудитория	НС1	В	3,77	3,52	10,50	18	-23	41	0,35	1	152	1,10	167	0	244	144	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
213, Кроссовая	НС1	В	2,84	3,52	7,50	5	-23	28	0,35	1	74	1,10	81	0		232	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	137	1,10	151				
214, Аудитория	НС1	В	4,17	3,52	12,00	18	-23	41	0,35	1	173	1,10	191	0	277	134	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
215, Аудитория	НС1	В	6,25	3,52	17,00	18	-23	41	0,35	1	245	1,1	267	0	409	315	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	229				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	229				
216 Аудитория	НС1	Ю	6,62	3,52	23,50	18	-23	41	0,35	1	339	1,05	353	0	653	470	
	НС2	В	10,42	3,52	34,00				0,35	1	491	1,10	541				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	229				
217, Коридор	О1	Ю	1,77	1,46	2,50	16	-23	39	1,96	1	191	1,00	191	0		301	
	НС1	Ю	3,01	3,52	8,00				0,35	1	110	1,00	110				

218, Кафедра	НС1	Ю	6,71	3,52	23,50	18	-23	41	0,35	1	339	1,05	356	0	235	502	
	НС2	3	3,53	3,52	10,00				0,35	1	144	1,1	159				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
219, Аудитория	НС1	3	13,16	3,52	36,00	18	-23	41	0,35	1	520	1,1	572	0	878	968	
	НС2	С	6,71	3,52	23,50				0,35	1	339	1,15	390				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
220, Подсобное помещение	О2	3	3,35	3,52	12,00	16	-23	39	1,96	1	918	1,05	947	0		947	
222, Подсобное помещение	О2	3	3,35	3,52	12,00	16	-23	39	1,96	1	918	1,05	947	0		947	
223, Кафедра	НС1	Ю	1,75	3,52	6,00	18	-23	41	0,35	1	87	1,1	95	0	449	382	
	НС2	3	6,69	3,52	18,50				0,35	1	267	1,1	294				

	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
224, Кафедра	HC1	3	6,22	3,52	16,50	18	-23	41	0,35	1	238	1,05	250	0	449	223	
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
225, Кафедра	HC1	3	6,26	3,52	17,00	18	-23	41	0,35	1	245	1,05	258	0	422	258	
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
226, Кафедра	HC1	3	6,28	3,52	17,00	18	-23	41	0,35	1	245	1,05	258	0	422	258	
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
227, Методический кабинет	HC1	3	3,184	3,52	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	129	0	214	125	
	O1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
228,	HC1	3	3,095	3,52	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	129	0	164	176	

Методический кабинет	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
229, Аудитория	НС1	3	3,97	3,52	11,50	18	-23	41	0,35	1	166	1,05	174	0	223	163	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
															ΣQ, Вт	8413	

1	2	3	4	5*	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
3 этаж																	
301, Умывальная	НС2	В	3,46	3,7	10,00	16	-23	39	0,35	1	137	1,15	158	0		582	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,15	220				
	Пт		6,1	3,5	21,50				0,27	0,9	204	1,00	204				
302, Санузел	НС1	В	3,23	3,7	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,10	144	0		548	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
	Пт		6,36	3,23	20,50				0,27	0,9	194	1,00	194				
303, Санузел	НС1	В	3,27	3,7	9,50	16	-23	39	0,35	1	130	1,10	144	0		553	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	191	1,10	210				
	Пт		3,27	6,36	21,00				0,27	0,9	199	1,00	199				
304, Аудитория	НС1	В	9,57	3,7	27,50	18	-23	41	0,35	1	397	1,1	437	0	610	1098	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	Пт		9,57	6,36	61,00				0,27	0,9	608	1	608				

305, Аудитория	НС1	В	6,41	3,7	18,50	18	-23	41	0,35	1	267	1,1	294	0	407	732	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	Пт		6,41	6,36	40,50				0,27	0,9	404	1	404				
306, Аудитория	НС1	В	6,61	3,7	16,50	18	-23	41	0,35	1	238	1,1	262	0	420	924	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,1	221				
	Пт		6,61	6,36	42,00				0,27	0,9	418	1	418				
307, Аудитория	НС1	В	3,739	3,7	11,50	18	-23	41	0,35	1	166	1,10	183	0	240	403	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		3,739	6,36	24,00				0,27	0,9	239	1,00	239				
311, Кроссовая	НС1	В	2,84	3,7	8,00	5	-23	28	0,35	1	79	1,10	87	0		408	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	137	1,10	151				
	Пт				25,00				0,27	0,9	170	1,00	170				
312, Аудитория	НС1	В	10,64	3,7	31,50	18	-23	41	0,35	1	455	1,10	500	0	680	1156	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		10,64	6,36	67,50				0,27	0,9	673	1,00	673				
313, Аудитория	НС1	В	3,01	3,7	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,10	135	0	190	355	
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		3,01	6,36	19,00				0,27	0,9	189	1,00	189				
314,	НС1	В	3,13	3,7	9,00	18	-23	41	0,35	1	130	1,10	143	0	200	363	

Аудитория	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		3,13	6,36	20,00				0,27	0,9	199	1,00	199				
315, Аудитория	НС1	В	3,13	3,7	9,00	18	-23	41	0,35	1	130	1,15	149	0	200	600	
	НС2	Ю	3,133	4,7	14,50				0,35	1	209	1,05	220				
	О1	В	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,15	231				
	Пт		3,13	6,36	20,00				0,27	0,9	199	1,00	199				
316, Коридор	НС1	Ю	3	3,7	11,00	16	-23	39	0,35	1	151	1,00	151	0		502	
	Пт		3	12,3	37,00				0,27	0,9	351	1,00	351				
317, Аудитория	НС1	З	6,72	3,7	19,50	18	-23	41	0,35	1	282	1,10	310	0	420	1166	
	НС2	Ю	6,71	3,7	25,00				0,35	1	361	1,05	379				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		6,46	6,45	41,50				0,27	0,9	413	1,10	455				
318, Аудитория	НС1	З	9,97	3,7	29,00	18	-23	41	0,35	1	419	1,10	461	0	630	1340	
	НС2	С	1,635	3,7	6,00				0,35	1	87	1,15	100				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,15	231				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,15	231				
	О1	З	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,15	231				
	Пт		9,71	6,45	62,50				0,27	0,9	623	1,15	716				
319, Подсобное помещение	О2	З	3,35	3,7	12,50	16	-23	39	1,96	1	956	1,05	1004	0		1179	
	Пт		3,86	4,77	18,50				0,27	0,9	175	1,00	175				
320, Подсобное помещение	О2	З	3,35	3,7	12,50	16	-23	39	1,96	1	956	1,05	1004	0		1179	
	Пт		3,86	4,77	18,50				0,27	0,9	175	1,00	175				
321,	НС1	З	6,66	3,7	19,50	18	-23	41	0,35	1	282	1,10	310	0	410	846	

Аудитория	НС2	Ю	1,635	3,7	6,00				0,35	1	87	1,05	91				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		6,43	6,45	41,50				0,27	0,9	413	1,00	413				
322, Аудитория	НС1	3	3,02	3,7	8,50	18	-23	41	0,35	1	123	1,05	129	0	190	344	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	Пт		3,02	6,45	19,50				0,27	0,9	194	1,00	194				
323, Хранилище книг	НС1	3	12,71	3,7	36,50	18	-23	41	0,35	1	527	1,05	553	0		2041	
	О1	3	1,77	1,46	2,50				0,35	1	36	1,05	38				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,05	211				
	Пт		12,71	6,45	82,00				0,27	0,9	817	1,00	817				
324, Библиотека	НС1	3	13,56	3,7	40,00	18	-23	41	0,35	1	577	1,10	635	0	860	1948	
	НС1	С	6,96	3,7	26,00				0,35	1	375	1,15	432				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	О1	3	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221				
	Пт		13,3	6,45	86,00				0,27	0,9	857	1,00	857				
325, Коридор	О1	С	1,77	1,46	2,50	16	-23	39	1,96	1	191	1,10	217	0		832	
	НС1	С	3,01	3,52	8,00				0,35	1	110	1,10	121				
	Пт		17,30	3,01	52,00				0,27	0,9	493	1,00	493				
326, Актовый	НС1	3	18,00	3,48	62,50	18	-23	41	0,35	1	902	1,10	993	0	2270	4472	

зал	НС2	С	10,5	3,48	29,00				0,35	1	419	1,15	481						
	НС3	Ю	10,5	3,48	29,00				1,96	1	2331	1,10	2565						
	3 х О1	С	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221						
	3 х О1	Ю	1,77	1,46	2,50				1,96	1	201	1,10	221						
	Пт		18,00	12,60	227,00				0,27	0,9	2262	1,00	2262						
																	$\Sigma Q, \text{Вт}$	23569	
																		$\Sigma Q_{зд}, \text{Вт}$	105824

Таблица А.2 – Отчет расчета теплопотерь в программе RTI

Объект алеутская_копия_копия2

Дата расчета: 15:26:45 18.04.2018

Версия Rti.exe 16.0.0.3 от 22.10.2016

Использованы климатические данные: Владивосток

Температура наружного воздуха, зимой: -23°C

Относительная влажность зимой: 59 %

Температура наружного воздуха, летом: 22°C

Относительная влажность летом: 86 %

Максимальная скорость ветра за январь: -18 м/сек

Средняя температура отопительного периода: -4,3°C

Отопительный период в сутках : 198



Этаж: 1

Отметка 0

№	Помещение	Температура, °С	Тип	Потери теплоты		Теплопоступления, Вт	Расчетная тепловая нагрузка для теплогидравлич. расчета
				Дополнительные, Вт	Расчётные, Вт		
-101	Уборные	18	Общественное, админ-бытовое	0	1904	0	1910
-102	Уборные	18	Общественное, админ-бытовое	0	442	0	450
-103	Вестибюль	18	Общественное, админ-бытовое	0	3002	0	3010
ЛК	Лестничная клетка	16	Общественное, админ-бытовое	0	2442	0	2450
-104	Раздевальная при спортивном зале	20	Общественное, Химлаборатории	0	859	0	860
-105	Совмещенное помещение уборной и ванной	25	Общественное, админ-бытовое	0	493	0	500
-106	Раздевальная при спортивном зале	20	Общественное, админ-бытовое	0	441	0	450
-107	Учительская	18	Общественное, админ-бытовое	0	609	0	610
Итого по этажу:				0	10192	0	10240

Этаж: 2

Отметка 3,4

№	Помещение	Температура, °С	Тип	Потери теплоты		Теплопоступления, Вт	Расчетная тепловая нагрузка для теплогидравлич. расчета
				Дополнительные, Вт	Расчётные, Вт		
001	Спортивный зал, студия хореографии	17	Общественное, админ-бытовое	0	12302	0	12310
026	Учительская	18	Общественное, админ-бытовое	0	491	0	500
Итого по этажу:				0	12793	0	12810

Этаж: 3

Отметка 0

№	Помещение	Температура, °С	Тип	Потери теплоты		Теплопоступления, Вт	Расчетная тепловая нагрузка для теплогидравлич. расчета
				Дополнительные, Вт	Расчётные, Вт		
202	Учительская, кружки	18		0	642	0	650
Итого по этажу:				0	642	0	650
Итого по зданию:				0	23627	0	23700

Таблица А.3 – Гидравлический расчет

№ уч-ка	Q, Вт	Ду, мм	l, м	λ/d	$l \cdot \lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °С	ΔP , Па	Kv	Примечание
Ст1	1989	20	13,2	1,8	23,80	19,4	43,20	3,1	273,9	101	17,00	69	3,82	
1 1' 2 2'	1989	20	10,9	1,8	19,56	4,5	24,06	3,1	75,3	101				
									349,1					
														9,4%
Ст2	3449	25	11,3	1,4	15,84	13,4	29,24	1,5	316,3	110	27,00	136,8	2,97	
2 2' 3 3'	5438	25	14,4	1,4	20,14	2,5	22,64	5,4	121,4	210				
									437,7					
														8,7%
Ст3	1989	20	11,3	1,8	20,36	19,4	39,76	3,5	399,5	107	16,00	129,5	2,97	
3 3' 4 4'	7426	32	10,8	1	10,76	2,5	13,26	3,8	50,0	317				
									449,5					
														3,6%
Ст4	2149	20	11,3	1,8	20,36	19,4	39,76	4,1	466,4	115	16,00	151,2	2,97	

4 4' 9 9'	9575	32	3,2	1	3,23	4,5	7,73	7,0	54,2	433				
									520,6					
№ уч-ка	Q, Вт	Д _у , м	l, м	λ/d	l*λ/d	∑ξ	ξ _{привед}	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °C	ΔP, Па	Kv	Примечание
Ст55	3938	25	13,8	1,4	19,31	13,4	32,71	1,5	312,4	113	30,00	87,3	3,82	
5 5' 6 6'	3938	25	15,4	1,4	21,54	4	25,54	1,5	39,4	113				
									351,8					
														6,5%
Ст54	2450	20	26,9	1,8	48,44	23,1	71,54	2,4	328,9	88	24,00	52,8	3,82	
6 6' 7 7'	6388	25	6,7	1,4	9,39	2,5	11,89	4,9	58,0	201				
									386,8					
														9,2%
Ст53	1080	15	24,8	2,7	66,89	34,2	101,09	2,8	351,1	53	17,40	32,3	2,97	
7 7' 8 8'	7468	25	6,6	1,4	9,19	2,5	11,69	7,8	91,4	254				
									442,4					
														9,5%
Ст52	3044	20	11,3	1,8	20,36	13,4	33,76	3,7	400,5	110	23,80	137,1	2,97	
8 8' 9 9'	10511	32	16,2	1	16,24	4,9	21,14	5,0	104,9	364				
									505,4					
														9,3%
Ст51	3044	20	11,3	1,8	20,36	13,4	33,76	5,9	458,2	138	19,00	130,1	3,82	
9 9' 10 10'	13555	32	9,0	1	9,03	2	11,03	9,4	104,0	502				7,4%
									562,2					

10 10' 11 11'	23130	50	131,6	0,55	72,38	2,6	74,98	6,6	496,6	935	21,28			Гл. Магистраль 1
									1017,2					
										Рбал.кл.	Кv	N		
										5722,80	3,91	0,9		
№ уч-ка	Q, Вт	Дy, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °C	$\Delta P_{кл}$, Па	Кv, м ³ /ч	Примечание
Ст6	1880	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	1,2	294,2	62	26,00	43,8	2,97	
12 12' 13 13'	1880	20	11,3	1,8	20,31	3	23,31	1,2	27,9	62				
									322,1					
														0,4%
Ст7	1812	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	1,3	320,9	65	24,00	47,8	2,97	
13 13' 14 14'	3692	25	1,5	1,4	2,10	3	5,10	2,0	10,0	127				
									330,9					
														6,1%
Ст8	1820	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	1,4	352,3	68	23,00	52,5	2,97	
14 14' 15 15'	5511	25	6,8	1,4	9,54	3	12,54	4,6	57,8	195				
									410,1					
														2,7%
Ст9	2079	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	2,2	421,7	85	21,00	49,7	3,82	
15 15' 16 16'	7590	32	11,4	1	11,42	3	14,42	2,9	42,4	280				
									464,1					
														2,1%
Ст10	1025	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,7	454,4	52	17,00	18,4	3,82	

16 16' 17 17'	8615	32	6,2	1	6,22	3	9,22	4,1	38,1	332				
									492,5					
														7,4%
Ст11	1027	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,7	456,2	52	17,00	18,5	3,82	
17 17' 18 18'	9642	32	2,9	1	2,90	5	7,90	5,5	43,6	384				
									499,8					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °С	ΔP , Па	Kv	Примечание
Ст17	2252,08	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	1,5	364,2	69	28,00	54,2	2,97	
23 23' 24 24'	2252,08	20	3,1	1,8	5,54	6	11,54	1,5	17,1	69				
									381,2					
														4,0%
Ст16	1131,59	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	1,9	366,0	44	22,00	22,2	2,97	
22 22' 23 23'	3383,67	20	10,0	1,8	17,92	3	20,92	4,0	83,2	113				
									449,2					
														7,3%
Ст15	1097,38	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,2	416,5	47	20,00	25,2	2,97	
21 21' 22 22'	4481,05	25	2,9	1,4	4,11	3	7,11	3,1	22,2	161				
									438,7					
														3,1%
Ст14	1029,81	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,4	452,8	49	18,00	27,4	2,97	
20 20' 21 21'	5510,86	25	5,6	1,4	7,84	3	10,84	5,3	57,8	210				
									510,6					
														9,0%

Ст13	1029,81	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,7	464,5	52	16,90	18,8	3,82	
19 19' 20 20'	6540,67	25	5,6	1,4	7,83	3	10,83	8,3	90,2	262				
									554,6					
														7,0%
Ст12	1027,52	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	3,0	515,9	55	16,00	20,9	3,82	
18 18' 19 19'	7568,18	32	4,3	1	4,28	5	9,28	3,8	35,0	317				9,3%
									550,9					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °C	ΔP , Па	Kv	Примечание
Ст50	1375,01	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	1,5	262,8	39	30,00	10,6	3,82	
32 32' 31 31'	1375,01	15	7,0	2,7	18,81	5	23,81	1,5	36,8	39				
									299,6					
														10,0%
Ст49	1299,75	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	1,6	269,5	40	28,00	10,9	3,82	
31 31' 30 30'	2674,77	20	6,0	1,8	10,82	3	13,82	1,9	26,9	79				
									296,4					
														5,2%
Ст48	1249,65	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	1,8	312,5	43	25,00	12,7	3,82	
30 30' 29 29'	3924,42	20	7,0	1,8	12,68	3	15,68	4,6	72,5	122				
									385,0					
														2,9%
Ст47	1576,86	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,3	396,7	48	28,00	16,1	3,82	
29 29' 28 28'	5501,28	25	5,6	1,4	7,81	3	10,81	3,5	38,2	171				
									434,9					

														2,2%
Ст46	1600,17	20	31,5	1,8	56,72	42,8	99,52	1,8	444,9	76	18,00	66,3	2,97	
28 28' 27 27'	7101,45	25	7,3	1,4	10,21	3	13,21	7,4	97,7	247				
									542,6					
														0,0%
Ст45	1334,23	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	3,81	542,6	56	20,37	36,0	2,97	
27 27' 26 26'	8435,68	32	2,3	1	2,34	5	7,34	3,4	25,3	304				
									567,9					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum\xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °С	ΔP , Па	Kv	Примечание
Ст39	3268,14	20	26,0	1,8	46,83	26,3	73,13	2,7	378,9	94	30,00	60,1	3,82	
38 38' 37 37'	3268,14	20	37,1	1,8	66,75	6	72,75	2,7	197,4	94				
									576,2					
														9,9%
Ст40	1408,56	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,8	518,9	53	23,00	31,4	2,97	
38 38' 36 36'	4676,70	20	6,3	1,8	11,27	3,9	15,17	6,6	100,4	146				
									619,3					
														10,0%
Ст41	1262,77	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	3,0	557,1	55	19,90	33,8	2,97	
36 36' 35 35'	5939,47	25	2,4	1,4	3,35	3	6,35	4,9	31,0	201				
									588,1					
														9,1%
Ст42	1174,76	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,8	534,5	53	18,90	32,4	2,97	
35 35' 34 34'	7114,24	32	5,7	1	5,67	3	8,67	2,4	21,0	254				

									555,5					
														2,0%
Ст43	1317,04	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	2,9	544,2	54	21,00	33,0	2,97	
34 34' 33 33'	8431,28	32	6,9	1	6,87	3	9,87	3,6	35,1	308				
									579,3					
														3,6%
Ст44	1334,23	15	31,5	2,7	85,08	57,4	142,48	3,0	558,5	55	21,00	33,8	2,97	
33 33' 26 26'	9765,51	40	2,9	0,8	2,34	5	7,34	2,8	20,4	363				1,9%
									578,9					
18 18' 25 25'	17209,88	40	13,7	0,8	10,93	2	12,93	10,4	134,0	701	21,10			Магистраль
									684,9					
26 26' 25 25'	18201,20	40	18,2	0,8	14,59	4,5	19,09	9,4	178,6	667	23,49			Магистраль
									757,5					9,6%
25 25' 39 39'	35411,07	70	86,9	0,4	34,77	2,6	37,37	4,7	175,4	1368	22,26			Гл. магистраль2
									932,9					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, мм	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	P_d , Па	$P_{уч}$, Па	G, кг/ч	t, °C	ΔP , Па	Kv	Примечание
Ст27	1142,96	20	29,3	1,8	52,80	33,1	85,90	0,7	132,7	47	21,00	24,8	2,97	
55 55' 56 56'	1142,96	20	7,6	1,8	13,76	3	16,76	0,7	11,3	47				
									144,0					
														5,9%
Ст26	987,68	15	29,3	2,7	79,20	44,3	123,50	1,1	153,0	33	26,00	7,3	3,82	
56 56' 57 57'	2130,63	20	4,3	1,8	7,72	3	10,72	2,0	20,9	79				

									174,0					
														4,9%
Cr25	987,68	15	29,3	2,7	79,20	44,3	123,50	1,1	165,5	34	25,00	7,9	3,82	
57 57' 58 58'	3118,31	20	6,3	1,8	11,42	3	14,42	4,0	57,4	113				
									222,9					
														7,6%
Cr24	480,71	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,7	206,0	26	16,00	60,6	1,05	
58 58' 59 59'	3599,01	25	5,7	1,4	8,04	3	11,04	2,3	25,9	139				
									232,0					
														1,6%
Cr23	472,80	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,6	228,3	25	16,00	73,1	0,94	
59 59' 60 60'	4071,82	25	11,0	1,4	15,34	3	18,34	3,3	60,3	165				
									292,2					
														1,9%
Cr22	678,84	15	29,3	2,7	79,20	44,3	123,50	0,6	297,9	25	23,00	72,9	0,94	
60 60' 61 61'	4750,66	25	1,1	1,4	1,51	3	4,51	4,4	19,7	190				
									317,6					
														5,2%
Cr21	542,89	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,8	301,0	29	16,00	96,4	0,94	
61 61' 62 62'	5293,55	32	7,3	1	7,27	3	10,27	1,8	18,5	219				
									319,5					
														2,3%

Ст20	694,81	15	29,3	2,7	79,20	44,3	123,50	0,7	312,1	26	23,00	76,4	0,94	
62 62' 63 63'	5988,36	32	13,5	1	13,49	5,1	18,59	2,3	41,9	245				
									353,9					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum\xi$	$\xi_{привед}$	P _д , Па	P _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °C	ΔP, Па		Примечание
Ст28	639,33	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,6	88,0	25	22,00	4,3	3,82	
70 70' 69 69'	639,33	15	4,3	2,7	11,71	5,5	17,21	0,6	10,7	25				
									98,7					
														7,3%
Ст29	639,33	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,8	106,5	27	20,00	5,2	3,82	
69 69' 68 68'	1278,67	20	11,0	1,8	19,79	2,5	22,29	0,9	19,0	52				
									125,5					
														1,9%
Ст30	630,64	15	29,1	2,7	78,69	49,2	127,89	0,9	127,9	30	18,00	6,2	3,82	
68 68' 67 67'	1909,31	20	1,6	1,8	2,85	2,5	5,35	2,1	11,3	83				
									139,2					
														9,7%
Ст31	1357,96	20	29,1	1,8	52,46	35,4	87,86	1,0	154,1	56	21,00	35,1	2,97	
67 67' 66 66'	3267,27	25	10,4	1,4	14,58	2,5	17,08	2,3	39,5	138				
									193,6					
														6,2%
Ст32	1357,96	20	29,3	1,8	52,80	33,1	85,90	1,1	206,5	58	20,00	38,7	2,97	
66 66' 65 65'	4625,23	25	6,8	1,4	9,48	2,5	11,98	4,7	56,1	197				

									262,6					
														1,3%
Ст33	1160,93	20	29,3	1,8	52,80	33,1	85,90	1,2	266,0	62	16,00	54,2	2,68	
65 65' 64 64'	5786,16	32	9,8	1	9,81	4	13,81	2,5	34,7	259				
									300,7					
														9,7%
Ст34	3415,80	25	29,3	1,4	41,06	23,1	64,16	1,2	271,6	98	30,00	65,7	3,82	
64 64' 63 63'	9201,96	32	13,3	1	13,28	3,2	16,48	4,8	78,6	357				1,1%
									350,2					
63 63' 71 71'	15190,32	50	45,9	0,55	25,24	2,6	27,84	7,64	212,7	602				Гл. магистраль 3
									566,6					
									6740,0	с учетом балансировочного клапана				
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum \xi$	$\xi_{привед}$	P _д , Па	P _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °C	ΔP, Па	Kv	Примечание
Ст18	12513	25	26,0	1,4	36,42	17,1	53,52	19,2	4295,2	399	27,00	1088,6	3,82	
40 40' 41 41'	12513	25	41,2	1,4	57,66	5,5	63,16	19,2	1214,9	399				
									5510,1					
														4,7%
Ст38	5661	20	33,9	1,8	60,99	31,1	92,09	28,6	5784,4	304	16,00	1049,6	2,97	
41 41' 42 42'	18174	32	5,5	1	5,50	3	8,50	18,5	157,2	703				
									5941,6					
														1,1%
Ст37	9087	25	33,8	1,4	47,34	22,1	69,44	16,8	5874,2	372	21,00	1570,0	2,97	

42 42' 43 43'	27261	32	12,2	1	12,20	4,8	17,00	43,3	735,1	1075				
									6609,4					
№ уч-ка	Q, Вт	Ду, м	l, м	λ/d	$l*\lambda/d$	$\sum\xi$	$\xi_{привед}$	Р _д , Па	Р _{уч} , Па	G, кг/ч	t, °С	ΔР, Па	Кv	Примечание
Ст19	12513	25	26,0	1,4	36,42	17,1	53,52	19,2	4295,2	399	27,00	1088,6	3,82	
45 45' 46 46'	12513	25	44,9	1,4	62,90	5,5	68,40	19,2	1315,6	399				
									5610,8					
														3,0%
Ст35	5661	20	33,9	1,8	60,99	31,1	92,09	28,6	5784,4	304	16,00	1049,6	2,97	
44 44' 45 45'	18174	32	5,7	1	5,67	2,8	8,47	18,5	156,6	703				
									5941,0					
														1,1%
Ст36	9087	25	33,8	1,4	47,34	22,1	69,44	16,8	5874,2	372	21,00	1570,0	2,97	
44 44' 43 43'	27261	40	13,6	0,8	10,88	2	12,88	24,3	313,5	1075				6,4%
									6187,7					
43 43' 47 47'	54522	50	3,2	0,55	1,73	2	3,73	35,0	130,9	2150				Гл. магистраль4
									6740,2		21,81			
														0,0%

Таблица А.4 – Подбор отопительных приборов

№ уч-ка	Q, Вт	Фс, Вт	Размеры	Примечание
Ст1	1539	1400	1000x500	Тип 22
	450	410	1000x300	Тип 10
Σ	1989			
Ст2	1539	1400	1000x500	Тип 22
	1910	1738	1000x500	Тип 22
Σ	3449			
Ст3	1539	1400	1000x500	Тип 22
	450	410	1000x300	Тип 10
Σ	1989			
Ст4	1539	1400	1000x500	Тип 22
	610	555	1000x500	Тип 10
Σ	2149			
Ст6	551	502	1000x500	Тип 10
	393	358	1000x300	Тип 10
	354	322	1000x300	Тип 10
	582	529	1000x500	Тип 10
Σ	1880			
Ст7	532	484	1000x400	Тип 10
	385	351	1000x300	Тип 10
	346	315	1000x300	Тип 10
	548	499	1000x400	Тип 10
Σ	1812			
Ст8	535	487	1000x400	Тип 10
	385	351	1000x300	Тип 10
	346	315	1000x300	Тип 10
	553	503	1000x400	Тип 10
Σ	1820			
Ст9	520	473	1000x400	Тип 10
	520	473	1000x400	Тип 10
	520	473	1000x400	Тип 10
	520	473	1000x400	Тип 10
Σ	2079			
Ст10	324	295	1000x300	Тип 10
	185	169	1000x300	Тип 10
	149	135	1000x300	Тип 10
	366	333	1000x300	Тип 10

Σ	1025			
Ст11	324	295	1000x300	Тип 10
	187	171	1000x300	Тип 10
	149	135	1000x300	Тип 10
	366	333	1000x300	Тип 10
Σ	1027			
Ст12	324,46	295	1000x300	Тип 10
	187,45	171	1000x300	Тип 10
	149,71	136	1000x300	Тип 10
	365,90	333	1000x300	Тип 10
Σ	1028			
Ст13	326,63	297	1000x300	Тип 10
	187,45	171	1000x300	Тип 10
	149,71	136	1000x300	Тип 10
	366,02	333	1000x300	Тип 10
Σ	1030			
Ст14	326,63	297	1000x300	Тип 10
	187,45	171	1000x300	Тип 10
	149,71	136	1000x300	Тип 10
	366,02	333	1000x300	Тип 10
Σ	1030			
Ст15	520,13	473	1000x500	Тип 10
	77,77	71	1000x300	Тип 10
	37,62	34	1000x300	Тип 10
	461,85	420	1000x400	Тип 10
Σ	1097			
Ст16	554,34	504	1000x500	Тип 10
	77,77	71	1000x300	Тип 10
	37,62	34	1000x300	Тип 10
	461,85	420	1000x400	Тип 10
Σ	1132			
Ст17	564,79	514	1000x500	Тип 10
	1140,86	1038	1000x300	Тип 22
	143,62	131	1000x300	Тип 10
	402,81	367	1000x500	Тип 10
Σ	2252			
Ст20	175,05	159	1000x300	Тип 10
	134,44	122	1000x300	Тип 10
	385,32	351	1000x300	Тип 10

Σ	694,81			
Ст21	157,57	143	1000x300	Тип 10
	385,32	351	1000x300	Тип 10
Σ	542,89			
Ст22	135,95	124	1000x300	Тип 10
	157,57	143	1000x300	Тип 10
	385,32	351	1000x300	Тип 10
Σ	678,84			
Ст23	117,44	107	1000x300	Тип 10
	355,36	323	1000x300	Тип 10
Σ	472,80			
Ст24	117,44	107	1000x300	Тип 10
	363,26	331	1000x300	Тип 10
Σ	480,71			
Ст25	570,43	519	1000x500	Тип 10
	117,44	107	1000x300	Тип 10
	299,80	273	1000x300	Тип 10
Σ	987,68			
Ст26	570,43	519	1000x500	Тип 10
	117,44	107	1000x300	Тип 10
	299,80	273	1000x300	Тип 10
Σ	987,68			
Ст27	340,22	310	1000x300	Тип 10
	301,04	274	1000x300	Тип 10
	501,71	457	1000x400	Тип 10
Σ	1142,96			
Ст28	250,80	228	1000x300	Тип 10
	388,53	354	1000x300	Тип 10
Σ	639,33			
Ст29	250,80	228	1000x500	Тип 10
	388,53	354	1000x300	Тип 10
Σ	639,33			
Ст30	242,11	220	1000x500	Тип 10
	388,53	354	1000x300	Тип 10
Σ	630,64			
Ст31	669,31	609	1000x600	Тип 10
	242,11	220	1000x300	Тип 10
	446,54	406	1000x400	Тип 10
Σ	1357,96			

Ст32	669,31	609	1000x600	Тип 10
	242,11	220	1000x300	Тип 10
	446,54	406	1000x400	Тип 10
Σ	1357,96			
Ст33	472,28	430	1000x400	Тип 10
	242,11	220	1000x300	Тип 10
	446,54	406	1000x400	Тип 10
Σ	1160,93			
Ст34	1289,97	1174	1000x900	Тип 10
	946,83	862	1000x900	Тип 10
	1179,00	1073	1000x900	Тип 10
Σ	3415,80			
Ст35	4171,00	3796	1000x900	Тип 22
	745,00	678	1000x600	Тип 10
	745,00	678	1000x600	Тип 10
Σ	5661,00			
Ст36	4171,00	3796	1000x900	Тип 22
	4171,00	3796	1000x900	Тип 22
	745,00	678	1000x600	Тип 10
Σ	9087,00			
Ст37	4171,00	3796	1000x900	Тип 22
	745,00	678	1000x600	Тип 10
	745,00	678	1000x600	Тип 10
Σ	5661,00			
Ст38	4171,00	3796	1000x900	Тип 22
	745,00	678	1000x600	Тип 10
	745,00	678	1000x600	Тип 10
Σ	5661,00			
Ст39	1142,31	1040	1000x900	Тип 10
	946,83	862	1000x900	Тип 10
	1179,00	1073	1000x900	Тип 10
Σ	3268			
Ст40	524,05	477	1000x500	Тип 10
	270,24	246	1000x300	Тип 10
	191,16	174	1000x300	Тип 10
	423,12	385	1000x301	Тип 11
Σ	1409			
Ст41	471,21	429	1000x400	Тип 10
	177,28	161	1000x300	Тип 10

	191,16	174	1000x300	Тип 10
	423,12	385	1000x400	Тип 10
Σ	1263			
Ст42	541,69	493	1000x500	Тип 10
	177,28	161	1000x300	Тип 10
	111,64	102	1000x300	Тип 10
	344,15	313	1000x300	Тип 10
Σ	1175			
Ст43	311,58	284	1000x300	Тип 10
	383,51	349	1000x300	Тип 10
	111,64	102	1000x300	Тип 10
	510,31	464	1000x400	Тип 10
Σ	1317			
Ст44	311,58	284	1000x300	Тип 10
	383,51	349	1000x300	Тип 10
	128,83	117	1000x300	Тип 10
	510,31	464	1000x400	Тип 10
Σ	1334			
Ст45	311,58	284	1000x300	Тип 10
	383,51	349	1000x300	Тип 10
	128,83	117	1000x300	Тип 10
	510,31	464	1000x400	Тип 10
Σ	1334			
Ст46	577,52	526	1000x500	Тип 10
	383,51	349	1000x300	Тип 10
	128,83	117	1000x300	Тип 10
	510,31	464	1000x400	Тип 10
Σ	1600			
Ст47	577,52	526	1000x500	Тип 10
	383,51	349	1000x300	Тип 10
	128,83	117	1000x300	Тип 10
	487,00	443	1000x400	Тип 10
Σ	1577			
Ст48	577,52	526	1000x500	Тип 10
	59,65	54	1000x300	Тип 10
	125,48	114	1000x300	Тип 10
	487,00	443	1000x400	Тип 10
Σ	1250			
Ст49	577,52	526	1000x500	Тип 10

	59,65	54	1000x300	Тип 10
	175,58	160	1000x300	Тип 10
	487,00	443	1000x400	Тип 10
Σ	1300			
Ст50	577,52	526	1000x500	Тип 10
	147,74	134	1000x300	Тип 10
	162,75	148	1000x300	Тип 10
	487,00	443	1000x400	Тип 10
Σ	1375			
Ст51	1505	1370	1000x500	Тип 22
	1539	1400	1000x500	Тип 22
Σ	3044			
Ст52	1505	1370	1000x1700	Тип 10
	1539	1400	1000x1900	Тип 22
Σ	3044			
Ст53	340	309	1000x300	Тип 10
	740	673	1000x600	Тип 10
Σ	1080			
Ст54	817	743	1000x900	Тип 10
	817	743	1000x900	Тип 10
	817	743	1000x900	Тип 10
Σ	2450			
Ст55	1539	1400	1000x500	Тип 22
	860	783	1000x900	Тип 10
	1539	1400	1000x500	Тип 22
Σ	3938			

Приложение Б

Таблица Б.1 – Аэродинамический расчет механической вентиляции

N уч-ка	L, М ³ /ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	F, м ²	v, м/с	R, Па/м	b ш	R·bш·l	Сум Z.	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па	Характеристика местный сопротивлений	Невяз ка, %
П1(3 этаж, правая ветка)																	
1-2	260	6,4	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	3,4	1,86	3,5	6,5	9,86	14	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
3-2	500	6,7	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,3	1,55	4,6	7,2	10,4 9	14	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	3,1
4-2	760	1,3	400	200	267	0,08 0	2,63 9	0,36	1	0,5	1,3	4,2	5,4	5,90	20	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
4-5	260	4,5	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,4	1,58	3,5	5,5	7,88	20	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	1,1
6-4	1020	3,1	500	200	286	0,10 0	2,83 3	0,37	1	1,2	1,3	4,8	6,3	7,42	28	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
6-7	260	4,5	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,4	1,58	3,5	5,5	7,88	24	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	13, 6
8-6	1280	3,6	600	200	300	0,12 0	2,96 3	0,38	1	1,4	1,3	5,3	6,8	8,22	36	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
8-9	500	7,3	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,6	3,05	4,6	14, 1	17,7 4	40	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,80;	11, 1
10-8	1780	3,3	800	200	320	0,16 0	3,09 0	0,38	1	1,3	1,3	5,7	7,4	8,70	49	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
10-11	500	5,8	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,9	1,55	4,6	7,2	10,0 5	51	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	3,2
12-10	2280	16, 0	800	200	320	0,16 0	3,95 8	0,60	1	9,5	2,4	9,4	22, 6	32,1 0	83	Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	

12-13	1076	6,1	500	200	286	0,10 0	2,98 9	0,41	1	2,5	4,11	5,4	22, 0	24,5 5	83	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,21; Узлы ответвления на нагнетании z=3,90;	0,8
14-12	3356	5,9	800	200	320	0,16 0	5,82 6	1,21	1	7,1	1,1	20, 4	22, 4	29,5 3	113	Узлы ответвления на нагнетании z=1,10;	
П1(3 этаж, левая ветка)																	
27-25	500	18, 4	350	200	255	0,07 0	1,98 4	0,23	1	4,2	1,74	2,4	4,1	8,31	12	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,22; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
25-26	500	5,5	300	200	240	0,06 0	2,31 5	0,32	1	1,8	1,54	3,2	5,0	6,73	10	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,24; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	13, 2
25-23	1000	8,2	500	200	286	0,10 0	2,77 8	0,36	1	3,0	0,7	4,6	3,2	6,21	18	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
23-24	500	5,3	300	200	240	0,06 0	2,31 5	0,32	1	1,7	0,94	3,2	3,0	4,74	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,24; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	11, 4
21-23	1500	1,1	700	200	311	0,14 0	2,97 6	0,37	1	0,4	0,7	5,3	3,7	4,13	22	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
21-22	260	6,1	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	3,2	0,98	3,5	3,4	6,64	22	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	3,7
19-21	1760	2,4	800	200	320	0,16 0	3,05 6	0,37	1	0,9	1,3	5,6	7,3	8,18	30	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
19-20	500	6,8	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,4	1,55	4,6	7,2	10,5 4	33	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	10, 1
17-19	2260	2,9	800	200	320	0,16 0	3,92 4	0,59	1	1,7	2,4	9,2	22, 2	23,8 7	57	Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	
17-18	500	5,3	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,6	2,65	4,6	12, 3	14,8 9	61	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	6,2
15-17	2760	5,0	800	200	320	0,16 0	4,79 2	0,84	1	4,2	1,3	13, 8	17, 9	22,1 3	79	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
15-16	260	4,5	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,4	1,58	3,5	5,5	7,88	78	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	1,5

14-15	3020	2,7	800	200	320	0,16 0	5,24 3	1,00	1	2,7	1,3	16, 5	21, 4	24,1 3	103	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	8,6
П1(2 этаж, левая ветка)																	
2-1	260	9,8	200	200	200	0,04 0	1,80 6	0,26	1	2,6	1,5	2,0	2,9	5,49	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;	
2-3	76	6,0	100	100	100	0,01 0	2,11 1	0,82	1	4,9	1,1	2,7	2,9	7,89	18	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;	2,3
4-2	336	3,1	200	200	200	0,04 0	2,33 3	0,41	1	1,3	0,9	3,3	2,9	4,22	22	Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	
4-5	98	6,0	100	100	100	0,01 0	2,72 2	1,30	1	7,8	1	4,4	4,4	12,2 6	22	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	0,7
6-4	434	4,4	250	200	222	0,05 0	2,41 1	0,38	1	1,7	0,8	3,5	2,8	4,48	27	Узлы ответвления на нагнетании z=0,80;	
6-7	300	6,5	150	200	171	0,03 0	2,77 8	0,68	1	4,5	1,08	4,6	5,0	9,45	23	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,80;	13, 4
9-6	734	3,2	400	200	267	0,08 0	2,54 9	0,34	1	1,1	1,3	3,9	5,1	6,15	33	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
9-8	500	5,4	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,7	1,55	4,6	7,2	9,85	32	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	1,7
10-9	1234	3,1	500	200	286	0,10 0	3,42 8	0,53	1	1,6	1,8	7,0	12, 7	14,3 3	47	Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	
10-11	300	6,5	150	200	171	0,03 0	2,77 8	0,68	1	4,5	2,08	4,6	9,6	14,0 8	41	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	11, 9
13-10	1534	4,7	600	200	300	0,12 0	3,55 1	0,53	1	2,5	1,3	7,6	9,8	12,3 3	59	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
13-12	500	5,7	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,8	1,55	4,6	7,2	10,0 0	56	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	5,4
15-13	2034	1,5	800	200	320	0,16 0	3,53 1	0,48	1	0,7	0,7	7,5	5,2	5,96	65	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	

15-14	300	6,5	150	200	171	0,03 0	2,77 8	0,68	1	4,5	0,98	4,6	4,5	8,99	74	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	12,8
17-15	2334	5,7	800	200	320	0,16 0	4,05 2	0,62	1	3,5	0,7	9,9	6,9	10,4 4	85	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
17-16	300	6,5	150	200	171	0,03 0	2,77 8	0,68	1	4,5	0,98	4,6	4,5	8,99	74	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	12,3
20-17	2634	1,4	900	200	327	0,18 0	4,06 5	0,61	1	0,9	0,7	9,9	6,9	7,79	93	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
20-18	500	5,8	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,9	0,95	4,6	4,4	7,27	92	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	0,8
22-20	3134	4,7	950	200	330	0,19 0	4,58 2	0,75	1	3,5	1,3	12,6	16,4	19,8 9	113	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
22-21	260	3,9	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,1	1,58	3,5	5,5	7,56	128	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	11,7
23-22	3394	2,6	950	200	330	0,19 0	4,96 2	0,86	1	2,2	1,7	14,8	25,1	27,3 6	140	Узлы ответвления на нагнетании z=1,70;	
П1(2 этаж, правая ветка)																	
25-24	300	9,6	150	200	171	0,03 0	2,77 8	0,68	1	6,6	1,18	4,6	5,5	12,0 4	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	
25-26	500	6,2	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,1	1,15	4,6	5,3	8,39	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	2,4
27-25	800	4,8	500	200	286	0,10 0	2,22 2	0,24	1	1,2	1,3	3,0	3,9	5,01	22	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
27-28	500	7,0	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,5	1,55	4,6	7,2	10,6 4	25	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	10,8
29-27	1300	3,0	600	200	300	0,12 0	3,00 9	0,39	1	1,2	1,3	5,4	7,1	8,24	33	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	

29-30	500	6,2	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,1	1,55	4,6	7,2	10,2 5	33	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	0,2
31-29	1800	5,3	650	200	306	0,13 0	3,84 6	0,60	1	3,2	1,3	8,9	11, 5	14,7 1	47	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
31-32	260	4,5	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,4	1,58	3,5	5,5	7,88	43	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	9,6
34-31	2060	12, 8	650	200	306	0,13 0	4,40 2	0,76	1	9,8	2,4	11, 6	27, 9	37,6 9	85	Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	
34-33	473	6,8	250	200	222	0,05 0	2,62 8	0,45	1	3,0	2,65	4,1	11, 0	14,0 3	99	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	14, 4
23-34	2533	5,9	700	200	311	0,14 0	5,02 6	0,95	1	5,6	0,9	15, 2	13, 6	19,2 7	119	Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	15
П1(1 этаж, левая ветка)																	
1-2	260	10, 6	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	5,6	1,66	3,5	5,8	11,3 8	14	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,10;	
2-3	500	6,5	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	3,2	1,35	4,6	6,3	9,47	14	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,10;	1,4
4-2	760	8,5	400	200	267	0,08 0	2,63 9	0,36	1	3,1	0,9	4,2	3,8	6,82	21	Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	
4-5	200	5,4	150	150	150	0,02 3	2,46 9	0,65	1	3,5	1,06	3,7	3,9	7,41	22	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16; Узлы ответвления на нагнетании z=0,90;	4,0
6-4	960	5,6	500	200	286	0,10 0	2,66 7	0,34	1	1,9	1	4,3	4,3	6,15	28	Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;	
6-7	250	5,4	150	200	171	0,03 0	2,31 5	0,49	1	2,7	1,28	3,2	4,1	6,78	29	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;	3,1
8-6	1210	4,9	600	200	300	0,12 0	2,80 1	0,35	1	1,7	1,8	4,7	8,5	10,1 7	39	Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	

8-9	250	5,4	150	200	171	0,03 0	2,31 5	0,49	1	2,7	2,08	3,2	6,7	9,35	33	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	15, 0
10-8	1460	2,0	600	200	300	0,12 0	3,38 0	0,48	1	1,0	0,7	6,9	4,8	5,77	45	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
10-11	95	5,6	100	100	100	0,01 0	2,63 9	1,22	1	6,9	0,8	4,2	3,3	10,2 0	45	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	0,1
12-10	1555	3,1	600	200	300	0,12 0	3,60 0	0,54	1	1,7	0,7	7,8	5,4	7,13	52	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
12-13	96	5,6	100	100	100	0,01 0	2,66 7	1,25	1	7,0	0,8	4,3	3,4	10,4 0	50	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	3,7
14-12	1651	2,2	600	200	300	0,12 0	3,82 2	0,61	1	1,3	1,3	8,8	11, 4	12,7 3	65	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
14-15	500	5,8	250	200	222	0,05 0	2,77 8	0,50	1	2,9	1,55	4,6	7,2	10,0 5	56	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	14, 2
16-14	2151	0,8	700	200	311	0,14 0	4,26 8	0,71	1	0,5	1,3	10, 9	14, 2	14,7 5	80	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	
16-17	97	5,6	100	100	100	0,01 0	2,69 4	1,27	1	7,1	1,4	4,4	6,1	13,2 2	80	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	0,5
18-16	2248	3,9	700	200	311	0,14 0	4,46 0	0,77	1	3,0	0,7	11, 9	8,4	11,3 8	92	Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	
18-19	260	3,9	150	200	171	0,03 0	2,40 7	0,53	1	2,1	0,98	3,5	3,4	5,47	96	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=0,70;	4,6
20-18	2508	2,6	800	200	320	0,16 0	4,35 4	0,71	1	1,9	2	11, 4	22, 8	24,6 1	121	Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	
П1(1 этаж, правая ветка)																	
25-27	311	7,2	150	200	171	0,03 0	2,88 0	0,73	1	5,3	2,56	5,0	12, 7	18,0 0	23	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,28; Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	
25-26	395	6,2	250	200	222	0,05 0	2,19 4	0,32	1	2,0	2,25	2,9	6,5	8,51	20	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	14, 1

23-25	706	11,1	300	200	240	0,060	3,269	0,60	1	6,7	1,8	6,4	11,5	18,23	41	Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	
23-24	121	4,5	100	150	120	0,015	2,241	0,73	1	3,3	1,98	3,0	6,0	9,24	41	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,18; Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	0,4
21-23	827	12,8	300	200	240	0,060	3,829	0,80	1	10,3	2	8,8	17,6	27,85	69	Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	
21-22	873	6,8	400	200	267	0,080	3,031	0,46	1	3,1	2,44	5,5	13,5	16,59	78	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,22; Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	11,1
20-21	1700	5,9	400	200	267	0,080	5,903	1,55	1	9,2	1,3	20,9	27,2	36,34	114	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	5,6
14-a	6376	1,1	600	400	480	0,240	7,380	1,13	1	1,2	1,34	32,7	43,8	45,02	158	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,24; Узлы ответвления на нагнетании z=1,10;	
a-b	6376	3,5	600	600	600	0,360	4,920	0,40	1	1,4	1,3	14,5	18,9	20,29	178	Узлы ответвления на нагнетании z=1,30;	5,84
23-b	5927	1,1	800	300	436	0,240	6,860	1,11	1	1,2	1,7	28,2	48,0	49,22	189	Узлы ответвления на нагнетании z=1,70;	
b-c	12303	3,5	800	800	800	0,640	5,340	0,33	1	1,1	1	17,1	17,1	18,25	207	Узлы ответвления на нагнетании z=1,00;	
20-c	4208	1,1	800	200	320	0,160	7,306	1,83	1	2,0	2	32,0	64,0	66,06	187	Узлы ответвления на нагнетании z=2,00;	
c-0	16511	8,0	800	800	800	0,640	7,166	0,56	1	4,5	0,58	30,8	17,9	22,37	230	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,34; Отвод прямоугольного сечения под 45 (1 шт) z=0,24;	10,0
															276		
П2 (спортзал)																	
1-2	9755	22,7	600	600	600	0,360	7,527	0,88	1	20,0	0,48	34,0	16,3	36,34	48	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,48;	
															58		
B2 (спортзал)																	

1-2	9755	21, 5	600	600	600	0,36 0	7,52 7	0,88	1	19,0	0,96	34, 0	32, 6	51,6 1	57,6	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,48;	
															69		16, 1
В1 (с/у, 3 этаж)																	
1-2	300	5,7	200	200	200	0,04 0	2,08 3	0,34	1	1,9	0,8	2,6	2,1	4,00	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	
2-3	50	1,0	100	100	100	0,01 0	1,38 9	0,39	1	0,4	0,4	1,2	0,5	0,85	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	6,8
4-2	350	3,8	200	200	200	0,04 0	2,43 1	0,44	1	1,7	0,25	3,5	0,9	2,55	20	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;	
В1 (с/у, 2 этаж)																	
5-6	300	6,2	200	200	200	0,04 0	2,08 3	0,34	1	2,1	0,8	2,6	2,1	4,18	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	
6-7	50	0,6	100	100	100	0,01 0	1,38 9	0,39	1	0,2	0,4	1,2	0,5	0,69	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	8,7
8-6	350	7,1	200	200	200	0,04 0	2,43 1	0,44	1	3,2	0,25	3,5	0,9	4,06	21	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;	
В1 (с/у, 1 этаж)																	
9-10	500	7,5	250	250	250	0,06 3	2,22 2	0,29	1	2,2	0,7	3,0	2,1	4,23	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на всасывании z=0,20;	
11-10	50	1,0	100	100	100	0,01 0	1,38 9	0,39	1	0,4	0,3	1,2	0,3	0,74	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=0,20;	8,6
10-12	550	11, 0	250	250	250	0,06 3	2,44 4	0,34	1	3,7	0,75	3,6	2,7	6,43	24	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,25;	
																	10, 2
В1 (с/у, цоколь)																	

13-14	500	7,6	250	250	250	0,06 3	2,22 2	0,29	1	2,2	0,7	3,0	2,1	4,26	17	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на всасывании z=0,20;	
15-14	50	1,0	100	100	100	0,01 0	1,38 9	0,39	1	0,4	0,3	1,2	0,3	0,75	16	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=0,20;	8,7
14-16	550	15, 9	250	250	250	0,06 3	2,44 4	0,34	1	5,4	0,25	3,6	0,9	6,30	24	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;	
																	0,4
																	17, 3
4-a	1800	1,4	300	300	300	0,09 0	5,55 6	1,20	1	1,7	0,3	18, 5	5,6	7,23	31	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;	
															37		
В4 (пристройка)																	
1-3	140	16, 5	150	150	150	0,02 3	1,72 8	0,35	1	5,7	1,07	1,8	1,9	7,64	31	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,16; Узлы ответвления на всасывании z=0,75;	
2-3	115	3,0	150	150	150	0,02 3	1,42 0	0,24	1	0,7	0,91	1,2	1,1	1,82	27	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16; Узлы ответвления на всасывании z=0,75;	12, 4
3-5	255	0,9	200	200	200	0,04 0	1,77 1	0,25	1	0,2	0,45	1,9	0,8	1,07	32	Узлы ответвления на всасывании z=0,45;	
4-5	105	2,2	100	150	120	0,01 5	1,94 4	0,56	1	1,2	0,63	2,3	1,4	2,67	28	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,18; Узлы ответвления на всасывании z=0,45;	12, 7
5-7	360	3,3	200	200	200	0,04 0	2,50 0	0,47	1	1,5	0,3	3,8	1,1	2,66	34	Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	
6-7	50	4,1	100	100	100	0,01 0	1,38 9	0,39	1	1,6	0,4	1,2	0,5	2,06	29	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=0,30;	15, 4
7-8	410	4,5	200	200	200	0,04 0	2,84 7	0,59	1	2,7	0	4,9	0,0	2,68	37		
															44		

ПЗ (пристройка)																	
1-2	290	5,0	200	200	200	0,04 0	2,01 4	0,32	1	1,6	3,2	2,4	7,8	9,39	34	Отвод прямоугольного сечения под 90 (2 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,70;	
2-3	275	1,8	200	200	200	0,04 0	1,91 0	0,29	1	0,5	2,95	2,2	6,5	6,98	30	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,70;	12,8%
2-4	565	5,9	250	200	222	0,05 0	3,13 9	0,62	1	3,7	2,4	5,9	14,2	17,84	52	Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	
4-5	265	2,5	200	200	200	0,04 0	1,84 0	0,27	1	0,7	2,65	2,0	5,4	6,07	44	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на нагнетании z=2,40;	15,6
4-6	830	0,9	300	200	240	0,06 0	3,84 3	0,81	1	0,7	1,8	8,9	15,9	16,65	69	Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	
6-7	105	2,6	100	150	120	0,01 5	1,94 4	0,56	1	1,5	1,98	2,3	4,5	5,98	66	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,18; Узлы ответвления на нагнетании z=1,80;	4,2
8-6	935	9,9	300	200	240	0,06 0	4,32 9	1,00	1	9,9	0,96	11,2	10,8	20,71	90	Отвод прямоугольного сечения под 90 (4 шт) z=0,24;	
															108		

ВЗ (пристройка)																	
1-2	125	17,1	100	150	120	0,01 5	2,31 5	0,77	1	13,2	1,64	3,2	5,3	18,45	38	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт) z=0,18; Узлы ответвления на всасывании z=1,10;	
3-2	100	2,8	100	100	100	0,01 0	2,77 8	1,34	1	3,7	1,2	4,6	5,6	9,29	34	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10; Узлы ответвления на всасывании z=1,10;	10,8
2-4	225	2,0	150	150	150	0,02 3	2,77 8	0,81	1	1,6	0,6	4,6	2,8	4,38	43	Узлы ответвления на всасывании z=0,60;	
5-4	300	3,5	200	200	200	0,04 0	2,08 3	0,34	1	1,2	0,85	2,6	2,2	3,38	38	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25; Узлы ответвления на всасывании z=0,60;	10,4

4-6	525	1,9	200	200	200	0,04 0	3,64 6	0,92	1	1,8	0	8,0	0,0	1,75	45		
															54		

Таблица Б.2 – Аэродинамический расчет естественной вентиляции

N уч-ка	L, м³/ч	l, м	a, мм	b, мм	d _э , мм	F, м²	v, м/с	R, Па/м	b _ш	R·bш·l	Сум z.	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па	Характеристика местный сопротивлений
ВЕ 1-6; 9; 10; 14-17; 20; 21; 24; 25 (3 этаж)																
1-2	250	2	300	300	300	0,090	0,772	0,03	1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,18	6,90	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ _н	12,46	Н/м³													
	γ _в	11,90	Н/м³													
расп.д.	P _{расп}	10,92	Па													
высота	H	2	м													
ВЕ 7; 11; 12; 13; 22 (3 этаж)																
1-2	260	2	300	300	300	0,090	0,802	0,04	1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,19	7,63	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ _н	12,46	Н/м³													
	γ _в	11,90	Н/м³													
расп.д.	P _{расп}	10,92	Па													
высота	H	2	м													

ВЕ 8 (3 этаж)																
1-2	37	2	100	100	100	0,010	1,028	0,23	1	0,5	0,3	0,6	0,2	0,65	1	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,4568	Н/м ³													
	γ_v	12,4568	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	0,000	Па													
высота	H	2	м													

ВЕ 18; 19 (3 этаж)																
1-2	45	2	150	150	150	0,023	0,556	0,05	1	0,1	0,16	0,2	0,0	0,12	7	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,98	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	9,30	Па													
высота	H	2	м													

ВЕ 23 (3 этаж)																
1-2	100	2	200	200	200	0,040	0,694	0,05	1	0,1	0,16	0,3	0,0	0,14	7	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,98	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	9,30	Па													

высота	Н	2	м													
ВЕ 26-31; 35-38; 40; 41 (2 этаж)																
1-2	250	5,5	300	300	300	0,090	0,772	0,03	1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,30	7,02	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	30,03	Па													
высота	Н	5,5	м													
ВЕ 39; 44; 45; 46; 47 (2 этаж)																
1-2	300	5,5	300	300	300	0,090	0,926	0,05	1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,42	10,62	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	30,03	Па													
высота	Н	5,5	м													
ВЕ 32; 34 (2 этаж)																
1-2	260	5,5	300	300	300	0,090	0,802	0,04	1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,32	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	30,03	Па													

высота	H	5,5	м													
ВЕ 33 (2 этаж)																
1-2	37	5,5	100	100	100	0,010	1,028	0,23	1	1,3	0,1	0,6	0,1	1,32	1	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,10;
уд.вес	γ_n	12,46	H/м ³													
	γ_v	12,46	H/м ³													
расп.д.	P _{расп}	0,00	Па													
высота	H	5,5	м													
ВЕ 42; 43 (2 этаж)																
1-2	45	5,5	150	150	150	0,023	0,556	0,05	1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,31	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	H/м ³													
	γ_v	11,90	H/м ³													
расп.д.	P _{расп}	30,03	Па													
высота	H	5,5	м													
ВЕ 48; 50 (2 этаж)																
1-2	100	5,5	200	200	200	0,040	0,694	0,05	1	0,3	0,25	0,3	0,1	0,34	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;
уд.вес	γ_n	12,46	H/м ³													
	γ_v	11,90	H/м ³													
расп.д.	P _{расп}	30,03	Па													
высота	H	5,5	м													

ВЕ 49 (2 этаж)																
1-2	80	5,5	150	150	150	0,023	0,988	0,13	1	0,7	0,16	0,6	0,1	0,80	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,94	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	27,81	Па													
высота	H	5,5	м													
ВЕ 51 (1 этаж)																
1-2	200	8	300	300	300	0,090	0,617	0,02	1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,26	9	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,90	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	43,673	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 52, 53, 54, 55, 71, 72 (1 этаж)																
1-2	250	8	300	300	300	0,090	0,772	0,03	1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,39	7,11	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,90	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	43,673	Па													
высота	H	8	м													

ВЕ 56, 73 (1 этаж)																
1-2	260	8	300	300	300	0,090	0,802	0,04	1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,41	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	43,673	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 62, 63, 67, 68, 69 (1 этаж)																
1-2	100	8	300	300	300	0,090	0,309	0,01	1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,07	7	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	43,673	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 60, 64, 65, 66 (1 этаж)																
1-2	45	8	150	150	150	0,023	0,556	0,05	1	0,4	0,16	0,2	0,0	0,40	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,98	Н/м ³													
расп.д.	$P_{расп}$	37,21	Па													
высота	H	8	м													

ВЕ 70, 58 (1 этаж)																
1-2	130	8	200	200	200	0,040	0,903	0,08	1	0,6	0,25	0,5	0,1	0,73	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,90	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	43,673	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 61 (1 этаж)																
1-2	160	8	250	250	250	0,063	0,711	0,04	1	0,3	0,25	0,3	0,1	0,38	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,25;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	11,98	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	37,21	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 57, 59 (1 этаж)																
1-2	45	8	150	150	150	0,023	0,556	0,05	1	0,4	0,16	0,2	0,0	0,40	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_b	12,46	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	0	Па													
высота	H	8	м													
ВЕ 74 (цоколь)																

1-2	50	10,5	150	150	150	0,023	0,617	0,06	1	0,6	0,16	0,2	0,0	0,62	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,98	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	48,838	Па													
высота	H	10,5	м													

BE 75 (цоколь)

1-2	45	10,5	150	150	150	0,023	0,556	0,05	1	0,5	0,16	0,2	0,0	0,52	8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,16;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	12,15	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	31,515	Па													
высота	H	10,5	м													

BE 76 (цоколь)

1-2	285	10,5	300	300	300	0,090	0,880	0,04	1	0,5	0,3	0,5	0,1	0,60	10	Отвод прямоугольного сечения под 90 (1 шт) z=0,30;
уд.вес	γ_n	12,46	Н/м ³													
	γ_v	11,90	Н/м ³													
расп.д.	P _{расп}	57,321	Па													
высота	H	10,5	м													

Студент Беловолова
подпись
« 25 » июня 20 18 г.

Руководитель ВКР
Ткач
(подпись) Н.С. Ткач
(ФИО)
« 25 » июня 20 18 г.
(должность, ученое звание)

«Допустить к защите»

Руководитель ОП канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)
Черненко
(и. о.ф)
« 25 » 06 20 18 г.
(подпись)

*Сведения, содержащиеся
в тайну нет*

Зав. кафедрой канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)
Кобзарь
(и. о.ф)
« 25 » 06 20 18 г.
(подпись)

В.П. Черненко

Защищена в ГЭК с оценкой отлично

Секретарь ГЭК
Ткач
подпись Н.С. Ткач
И.О.Фамилия
« 25 » июня 20 18 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы

Ткач
подпись / _____ /
Ф.И.О.
« _____ » _____ 201 г.

В материалах данной выпускной квалификационной работы не содержатся сведения, составляющие государственную тайну, и сведения, подлежащие экспортному контролю.

Уполномоченный по экспортному контролю

_____ / _____ / « _____ » _____ 201 г.
Ф.И.О. Подпись