

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Центр _____
(наименование института полностью)
«Центр инженерного оборудования»
(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Обеспечение микроклимата в помещениях гостиничного
комплекса «HelioPark» в г. Н. Новгороде

Студент _____
А.Л. Васильева
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель _____
канд. техн. наук, доцент М.Н. Кучеренко
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Содержание

Введение	4
1 Исходные данные для проектирования	6
1.2 Источник теплоснабжения	7
1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта	7
1.4 Описание технологического процесса	10
2 Литературный обзор и патентный поиск	10
2.1 Литературный обзор	10
2.2 Патентный поиск	23
3 Тепловая защита здания	31
3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	31
3.2 Определение теплопотерь здания	34
4 Отопление и вентиляция	51
4.1 Конструирование системы отопления	51
4.2 Гидравлический расчет системы отопления	52
4.3 Тепловой расчет отопительных приборов	58
4.4 Расчет и подбор оборудования	62
4.4.1 Подбор циркуляционного насоса для системы отопления	62
4.4.2 Расчет и подбор воздушно-тепловой завесы (ВТЗ)	63
4.5 Определение требуемых воздухообменов	66
4.6 Расчет воздухообмена для зала ресторана и конференц-зала	69
4.7 Выбор принципиальных решений и конструирование	80
4.8 Аэродинамический расчет системы вентиляции	81
4.9 Подбор вентиляционного оборудования	90
5 Технико-экономическое обоснование	92
5.1 Энергетический паспорт объекта	92
5.2 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения	93
5.3 Расчет энергетических показателей	94

6 Автоматизация системы отопления	97
Заключение	103
Список используемой литературы	104
Приложение А Результаты подбора систем вентиляции	108
Приложение Б Энергетический паспорт гостиничного комплекса «Неіорарк» в г. Н. Новгороде.....	131
Приложение В Схема подключения автоматики системы отопления	142

Введение

Актуальность работы обусловлена наличием проблем, связанных с многофункциональностью здания, необходимостью соблюдения большого количества нюансов и нормативных требований для помещений различного назначения отсутствием стандартного единого решения, необходимостью индивидуального подхода в принятии решения при проектировании системы микроклимата многофункционального здания гостиницы.

Объект исследования: здание гостиничного комплекса «Heliopark» в г. Н. Новгороде.

Предмет исследования: системы обеспечения микроклимата.

Цель исследования данной магистерской диссертации является проектирование систем обеспечения микроклимата в гостиничном комплексе, расположенном в г. Н. Новгороде.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение литературы по теме планируемого исследования, ранее опубликованной российскими и зарубежными авторами;
2. Проведение патентного поиска;
3. Проектирование систем обеспечения микроклимата;
4. Обоснование выбора и экономическая оценка принятого проектного решения.

Метод исследования: в данной магистерской диссертации были применены аналитический метод исследования, а так же анализ нормативно-технической документации.

Практическая значимость исследования состоит в том, что в данной работе запроектированы системы обеспечения микроклимата, которые обеспечат комфортную жизнедеятельность постояльцев гостиницы.

Апробация и внедрение результатов работы велись на протяжении всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях:

- Математическое моделирование микроклимата в горячем цеху / М.Н. Кучеренко, А.Л. Васильева //Межотраслевые исследования как основа междисциплинарной науки: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Волгоград, 18 июня 2019г.) – Стерлитамак: АМИ, 2019. 298с;

- Автоматизация систем отопления в гостиничных номерах/ М.Н. Кучеренко, А.Л. Васильева // Проблемы и тенденции научных преобразований в условиях трансформации общества: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Пенза, 28 апреля 2020г.) – Стерлитамак: АМИ, 2020. с

На защиту выносятся:

1. Результаты аналитического обзора литературы и патентного поиска;
2. Принципиальные решения по отоплению и вентиляции;
3. Техничко-экономическое обоснование принятых проектных решений.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, 6 разделов, заключения, содержит 7 рисунков, 19 таблиц, список использованной литературы (30 источников), 3 приложения. Основной текст работы изложен на 116 страницах.

1 Исходные данные для проектирования

1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

Влажностный режим здания – нормальный, при относительной влажности воздуха до 60 % и температуре внутреннего воздуха 20-24 °С [1];

Зона влажности 2 - нормальная;

Географическая широта района: 58 °31 '16 " с. ш.;

Холодный период года, параметры определены по [2]:

Наружная температура холодной пятидневки с коэффициентом 0,92: $t_n = -31$ °С;

Энтальпия наружного воздуха по параметру Б: $I = -26,8$ кДж/кг;

Количество отапливаемых суток в году: 221 сут/год;

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период:

$t_{от} = -2,3$ °С;

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца: 85 %;

Максимальная из средних скоростей по румбам за январь: 6,6 м/с;

Теплый период года:

Температура воздуха в теплый период обеспеченностью 0,95: 20,3 °С;

Энтальпия наружного воздуха по параметру А: $I = 52,3$ кДж/кг ;

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца: 76 %;

Минимальная из средних скоростей по румбам за июль: 4 м/с.

Параметры внутреннего воздуха определены по [3] и сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры внутреннего микроклимата

Сезон года	$t_v, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$v, \text{м/с}$
Помещения гостиничных номеров			
Холодный	24	60	0,2
Теплый	25	65	0,3
Общественные помещения			
Холодный	21	60	0,3
Теплый	25	65	0,25

1.2 Источник теплоснабжения

Источником теплоснабжения в отопительный период является ТЭЦ с параметрами теплоносителя 130 на 70°C .

1.3 Архитектурно-планировочные решения объекта

Системы микроклимата проектируются в здании гостиничного комплекса в г. Н.Новгороде. Главный фасад ориентирован на запад.

Здание двухуровневое с высотами –17 м и 3,2 м, имеет в плане сложную форму с размерами 15,7х57,8 м, в этой части здания расположены собственно номера гостиницы начиная со второго этажа на отметке + 3,300 м, на первом этажа этой части здания располагаются парикмахерская, фитнес-зал, зал для солярия, офисные помещения и другие вспомогательные помещения. Во второй части здания высота которого 3,3 м расположен конференц-зал, зал ресторана на 100 персон, горячий и холодный цеха, помещения для хранения продуктов питания, сцена и зимний сад. Эта часть здания имеет в плане размеры 24,8х36,6 м. Общая площадь помещений 5725,7 м². Экспликация помещений представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м ²
1	2	3
1-ый этаж		
1	Женский гардероб на 12 шкафов	16,5
2	Мужской гардероб на 6 шкафов	7,3
3	Кладовая белья	2,5
4	Комната отдыха и приема пищи	16,8
5	Комната отдыха	8,0
6	Кладовая инвентаря	8,0
7	Парикмахерская	33,9
8	Отдел кадров	16,1
9	Электрощитовая	16,1
10	Кабинет директора	21,3
11	Камера хранения	10,3
12	Приемная	15,0
13	Кабинет	8,0
14	Помещение хранения тележек для перевоза багажа	7,0
15	Помещение дежурного персонала	21,3
16	Отделение связи	15,8
17	Вестибюль	171,7
18	Служба приема	15,7
19	Помещение для хранения документов	8,0
20	Помещение портье	7,8
21	Кабинет главного бухгалтера	8,0
22	Бухгалтерия	15,0
23	Бизнесцентр	32,2
24	Раздевалка	5,5
25	Помещение уборочного инвентаря	5,0
26	Подсобное помещение	2,9
27	Душевая	1,6
28	С/у женский	1,6
32	Душевая	1,6
33	Раздевалка	5,4
34	Комната утюжки одежды	18,1
35	Помещение тренера	5,6
36	Солярий	12,0
37	Помещение медработника	14,9
38	Массажный кабинет	15,0
39	Помещение ремонта обуви	3,0

Продолжение таблицы 2

1	2	3
40	Коридор	21,0
	ЛК1	
	ЛК2	
	ЛК3	
	Лифтерная 1	
	Лифтерная 2	
41	Комната отдыха персонала	11,0
42	Овощной цех	20,7
43	Мясорыбный цех	19,6
43	Холодный цех	8,7
44	Горячий цех	48,5
45	Помещение для отходов	6,9
46	Моечная кухонной посуды	6,9
47	Моечная столовой посуды	6,9
48	Сервизная	8,0
49	Раздаточная	48,5
50	Хлеборезка	5,0
51	Кладовая чистого белья	3,2
52	Кладовая суточного запаса	7,4
53	Моечная яиц	6,0
55	Гардероб мужской	3,5
56	Гардероб женский	6,0
57	Конференц-зал	77,2
58	Зал ресторана на 100 мест	289,8
59	Склад инструментов	5,7
60	Помещение администратора ресторана	9,7
61	Вестибюль	39,0
62	Внутренний дворик	158,6
Помещения со второго по пятый этаж идентичны		
63	Жилая комната x18	11,9
64	Душевая x18	1,7
65	Прихожая x18	2,7
66	с/у x18	1,6
67	Гостевая	23,4
68	Номер «Люкс» x2	22,8
69	ВИП номер	41,7
69	Ванная	6,4
70	Коридор	144
71	Двухместный номер для инвалидов	21,4

1.4 Описание технологического процесса

Проектируемое здание – гостиничный комплекс, который работает круглосуточно, но имеет множество помещений специального назначения, режим работы которых с понедельника по пятницу с 8.00 до 17.00.

Выводы по Разделу 1

В данном разделе были определены все необходимые данные для проектирования систем обеспечения микроклимата в гостиничном комплексе. В ходе выполнения работ данные могут быть дополнены.

2 Литературный обзор и патентный поиск

2.1 Литературный обзор

Гостиничные комплексы – это сложные инженерные строения, потому что к зданиям такого типа предъявляются высокие требования к качеству как архитектурно-планировочных решений, так и микроклимату в помещениях гостиничного комплекса. Особенность гостиничных комплексов – наличие зон с различными требованиями по обеспечению микроклимата. В одном здании расположены разные по назначению помещения, такие как гостиничные номера, офисные помещения, конференц-зал, зал-ресторана, фитнес-зал, помещения общественного питания, парикмахерская, подсобные помещения.

Для грамотного проектирования систем микроклимата в здании гостиницы необходимо изучить всю нормативно-техническую базу в этой области.

Сложность составления методических рекомендаций по созданию микроклимата возникает из-за наличия множества нормативно-технической документации и отсутствия идентичности в архитектурно-планировочных решениях гостиничных комплексов.

За последнее время в связи с развитием техники и технологии такие нормативные документы как СНиП заменены на актуализированные их версии – свод правил (СП). Например, высота помещений проектируется по СП «Общественные здания и сооружения» [4], посвященному общественным зданиям, вентиляция гостиниц — по СП «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [5], так же актуальны в данной работе требования ГОСТ «Здания жилые и общественные».

Параметры наружного воздуха определяются, как и в любом другом случае, по СП «Строительная климатология».

При проектировании систем микроклимата в здании гостиницы необходимо изучить специализированные нормативные документы, разработанные именно для проектирования гостиниц. В нормативной базе имеется специальный СП «Здания гостиниц. Правила проектирования» [6].

Так как в здании гостиницы на 1-ом этаже расположены помещения специального назначения, и встает задача о проектировании инженерных систем в многофункциональном здании, то имеет место СП «Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования» [7].

К зданиям гостиничного комплекса предъявляются высокие требования по комфорту в жилых помещениях, поэтому целесообразно в данной работе использовать СП «Защита от шума» [8].

Все перечисленные выше нормативные документы имеют статус действующих, рассмотрены последние изменения и дополнения.

Рассмотрим на примере фирм, занимающихся проектированием инженерных сетей в гостиницах какие, встречаются проблемы и особенности в проектировании систем микроклимата, какие задачи стоят перед инженерами и какие решения являются наиболее эффективными и рациональными.

Рассмотрим методы проектирования для непосредственно жилых помещений гостиницы, офисных помещений, ресторана совмещенного со

сценой, фитнес-зала, парикмахерской, горячего и холодного цехов, мясорыбного и овощных цехов, зала для солярия и массажного кабинета.

Так инженерная компания «Civil Engineering», занимающаяся проектированием инженерных систем в гостиницах в одном из своих проектов [9] запроектировала оригинальную систему отопительно-лучевых панелей. Система работает по оригинальной системе - с помощью нагрева и охлаждения стен и потолков в результате осуществлялось кондиционирование и отопление, которые реализуются с помощью одной системы. Преимущества такого подхода в отсутствии вентиляторов, сквозняков и шума, система работает на основе расположенных в помещениях датчиков с обратной связью.

В одном из зарубежных научных журналов «MATEC Web Conf» в своей статье [10] считает, классическим решением при кондиционировании гостиницы является применение системы чиллер-фанкойл вместе с центральным кондиционером.

Достоинства такой системы:

- компактность;
- в качестве холодоносителя применяется - вода;
- минимальные затраты на обслуживание;
- индивидуальное поддержание заданной температуры в каждом помещении гостиницы;
- индивидуальный тепловой режим в каждом помещении.

В апрельском выпуске журнала Academic Editor [11] опубликованы рекомендации Robert W., вице-президента, генерального директора ООО «Academy of Sciences».

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха следует устанавливать резервные вентиляторы или резервные электродвигатели. В весенне-осенний период должны быть предусмотрены альтернативные системы теплоснабжения вентиляции. При температуре наружного воздуха

от плюс 8 °С до 10 °С, когда отключается централизованное теплоснабжение, подача наружного приточного воздуха без подогрева доставит дискомфорт.

В связи с многофункциональностью гостиниц нужно запроектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования по зонам. Количество зон в многофункциональном здании зависит от вместимости гостиницы. Обычно проектируют независимые системы теплоснабжения и воздухообмена для каждой из зон.

В гостиницах типа «две звезды» и ниже вентиляция, как правило, проектируется аналогично квартирам многоквартирных жилых домов. Воздух из помещения удаляется из санузлов и душевых, организованный приток отсутствует, подача свежего наружного воздуха осуществляется через клапаны приточного воздуха в окнах. Механические вытяжные системы применяются при невыполнении воздухообмена естественной системой вытяжной вентиляции. Центральное кондиционирование воздуха в таких гостиницах не предусматривается.

В гостиницах типа «три звезды» и выше вытяжные системы с естественным побуждением воздуха не применяются. Так же центральные кондиционеры не применяются. Для борьбы с теплоизбытками помещения оборудуются сплит-системами. В настоящее время популярны мультизональные VRF-системы, что переводится как «система с переменным расходом хладагента».

ООО «Продвинутое решение» так же за основу при проектировании систем вентиляции и кондиционирования принимает количество звезд гостиницы. В своем блоге компания предлагает несколько интересных решений:

«Для снижения затрат на электроэнергию целесообразно применить оборудование с функцией рекуперации. Система вентиляции каждого жилого номера состоит из 2 частей — вентиляции основного помещения и санитарного узла. Они должны функционировать автономно друг от друга, запрещено их объединение. В жилой части номера осуществляется приточно-

вытяжное вентилирование, в санузле — только вытяжка. Рекомендуется делать приток немного мощнее, чтобы воздух из туалетной комнаты не проникал в основное помещение. Диффузоры вытяжки и притока нужно разносить на максимально удаленное расстояние друг от друга для качественного воздухообмена» [12].

При проектировании офисных помещений Ventbazar - известный российский блог подчеркивает своей статьей [13] важность качественной системы микроклимата связанной с работоспособностью и здоровьем сотрудников. При этом должны решаться такие проблемы как:

- создание комфортные условия воздушной среды,
- ассимиляция избыточного тепла,
- удаление избыточной влаги, углекислого газа, неприятных запахов с помощью систем вентиляции и кондиционирования.

В комнатах для голограммы:

- круглогодичное кондиционирование помещения с 50 % резервированием;
- покраска внутренних блоков кондиционеров в черный цвет;
- скорость движения воздуха не должна превышать 1 м/с.

При проектировании конференц-залов ставятся такие задачи как:

- автономная система вентиляции, кондиционирования, отопления, с небольшой электрической мощностью на одном этаже здания;
- системы кондиционирования и отопления должна быть энергоэффективным;
- должна иметь резервирование и работать без перебоев при внешних температурах ниже минус 20 °С;

Ventbazar в данном случае предлагает следующие технические решения. Для отопления и кондиционирования офисных помещений нами была предложена система чиллер фанкойл. Установленные канальные фанкойлы летом работают на охлаждение, а зимой на тепло. Холодом и теплом объект обеспечивают воздушные тепловые насосы, со

встроенным гидромодулем. Тепловые насосы гарантировано работают при наружных температурах ниже минус 20 °С, при этом температура теплоносителя не опускается ниже отметки плюс 40 °С. При температуре наружного воздуха 0 °С температура жидкости составляет плюс 60 °С. Наружный гидравлический контур заправлен раствором пропилен гликоля, что исключает возможность замерзания оборудования при низких температурах. Наружный контур соединен с внутренним через промежуточный теплообменник.

Для вентиляции офисов предлагается установить приточно-вытяжные установки с пластинчатым рекуператором. Вентиляционное оборудование может быть оснащено электрической секцией нагрева и секцией фреонового охлаждения. При этом к фреоновым теплообменникам подключены инверторные компрессорно-конденсаторные блоки. Все оборудование подключено к общей системе диспетчеризации офиса, что обеспечивает простое управление системами вентиляции, кондиционирования и отопления.

При проектировании ресторанов компания «Арт-климат» в одной из своих работ [14], посвященной вентиляции в клубах и ресторанах, подчеркивает, что обычно применяют приточно-вытяжные системы в рециркуляцией воздуха, и искусственную вытяжную вентиляцию из курительных, уборных, киноаппаратной, артистических комнат, аккумуляторных и кислотных.

Естественная вытяжная вентиляция предусматривается из зрительного зала, помещений сцены, а также из отдельных или обособленных административно-хозяйственных помещений. Все приточные и вытяжные решетки в обслуживающих и административных помещениях устанавливаются под потолком и должны иметь регулируемые устройства.

Приточные вентиляционные камеры клуба проектируют, как правило, в подвале или в первом этаже. Не допускается устройство вентиляционных

камер с механическим приводом над и под зрительным залом, фойе и малым залом-аудитории.

Специалисты ГК «ПИК», имея огромный опыт, утверждают в своих работах [15], что чаще всего вентиляция ресторанов осуществляется при помощи приточно-вытяжных установок, работающих совместно с системами кондиционирования. Чтобы правильно организовать вентиляцию ресторана, нашим инженерам потребуется следующая информация:

- план помещения, с дизайном (высотой) потолков;
- расчетное количество мест для сидения посетителей;
- план расположения оборудования для удаления тепла с указанием его мощности;
- наличие комнат для курения;
- площадь и количество окон.

Система вентиляции зала-ресторана должна выполнять такие функции, как:

- обеспечивать чистоту и свежесть воздуха;
- поддерживать параметры микроклимата в помещении, которые будут способствовать долговечности материалов ограждающих конструкций;
- бороться с вредностями: влагой и теплом.

Системы микроклимата в ресторанах должны так же обладать характерными преимуществами.

Рязанская компания «Формула климата» указывает на четыре возможные ошибки при оборудовании вентиляции ресторана, первая из которых – ошибка при определении воздухообменов. Однако, можно выполнить все требования нормативных документов по воздухообменам, применив рекуперативную приточно-вытяжную установку.

Вторая – одна приточная система для помещений предприятий общественного питания и зала-ресторана. При этом, имеется единственная рациональная и надёжная схема – самостоятельные приточно-вытяжные системы с перетоком воздуха из обеденного –зала в горячий цех.

Третья – разные санитарные нормы по воздухообмену для посетителей и обслуживающего персонала.

Четвертая – установка необдуманных систем кондиционирования. Экономя на услугах проектировщиков, получаем высокую подвижность воздуха в рабочей зоне и недопустимые параметры микроклимата.

В залах ресторанов до 100 мест целесообразно запроектировать приточную систему отдельную для кухни и обеденного зала. При этом, чтобы в помещение обеденного зала не попадали неприятные запахи, следует часть воздуха из обеденного зала удалить через вытяжные системы горячего цеха. Так же в горячем цеху за счет местных отсосов организовать дисбаланс.

К вентиляции в горячем цеху так же имеются требования, о которых рассказывают опытные инженеры Одессы в своих научных работах [16].

Системы вентиляции в горячих цехах должны быть оснащены приточно - вытяжными локализирующими устройствами.

В горячем цехе должно быть обеспечено разрежение, достигаемое подачей в обеденный зал около от 40 % до 60 % приточного воздуха, предназначенного для вентиляции горячего цеха и перетекающего через раздаточный проем и двери. Приточный воздух подают в рабочую зону.

На рабочих местах у печей, плит, жарочных шкафов и другого теплового оборудования, там, где температура превышает значение (42 °С), применяют воздушное душирование.

Для расчета воздухообмена в горячих цехах и в помещениях для выпечки кондитерских изделий принимают температуру воздуха, удаляемого через зонты, завесы и локализирующие устройства под технологическим оборудованием, выделяющим тепло, плюс 42 °С, а температуру воздуха под потолком плюс 30 °С.

В г. Санкт - Петербург одна из инженерных компаний «EnergoVent» опубликовала статью о вентиляции в парикмахерских, в которой отмечает: «Салоны красоты по существующим нормам относятся к специфическим

помещениям. Для них действуют особые требования по параметрам воздухообмена, в них постоянно используют едкие вещества-краски для волос, спреи с лаками, средства для химической завивки, нанесения акрилового покрытия на ногти и его удаления и так далее. Также парикмахерские нередко объединены в единый салон с соляриями, спа-отделениями, в которых применяют свои, не менее едкие препараты» [17].

При проектировании системы важно учесть следующие особенности эксплуатации:

- наличие паровых нагревательных агрегатов - фенов, щипцов, сушилок;
- риск образования и распространения плесени, инфекций (из-за влаги, конденсата);
- количество человек, которые в течение периода посещают заведение;
- размещение самой парикмахерской - отдельное здание, подвальный или иной этаж в высотном комплексе;
- присутствие в помещении приборов и оборудования для ухода за лицом, волосами, проведения аппаратных процедур, обработки ногтей, косметологии и так далее.

Системы вентилирования, кондиционирования и отопления необходимы, чтобы соблюсти нормы для парикмахерских:

- воздухообмен от 0,5 (кладовые и подсобные секции) до 3-4 (помещения свыше 100 м²) м³/час на человека;
- температурный режим для приточных аэромасс - от 18 °С (помещения от 50 м²) до 24-25 °С (вариативно, в зависимости от наличия там спа-зоны, где клиенты раздеваются, мест для процедур на мокрых волосах и так далее);
- скорость потока (примерно 0,1 м/с), относительная влажность до 60 % и так далее.

Нужно взять в расчет параметры теплообмена и не превысить допустимый уровень концентрации опасных и вредоносных веществ - в воздух могут попасть пары ацетона, аммиак, кислоты.

На сегодняшний день для некоторых видов газов установлены нормы содержания на кубический метр в воздухе соединений. Они не должны превышать следующих значений:

- парафенилдиамин и тиогликолевая кислота - 0,1 мг,
- аммиак - 20 мг,
- сероводород - 10 мг,
- озон - 0,03 мг,
- ацетон - 200 мг.

В энциклопедии по вентиляции [18] изложены основные требования к вентиляции в соляриях: температура приточного воздуха от 18 °С до 25 °С, скорость потока воздуха 0,1 м/с, влажность от 40 % до 60 %. Необходимо определить кратность воздухообмена, допустимого в конкретной студии загара. Кратность зависит от размера помещения:

- до 50 кв.м – естественная вентиляция с кратностью единица;
- 80-100 кв.м – однократный приток, отведение двукратное;
- 100-150 кв.м – приток двукратный, вытяжка трехкратная;
- более 150 кв.м – необходима механическая приточно-вытяжная вентиляция с обязательной фильтрацией воздуха.

Приточно-вытяжная вентиляция должна быть с механическим побуждением и иметь скрытое распределение воздуховодов. На выходе она оборудована вентиляционной решеткой и диффузором, размещается над потолком салона.

Работа любого оборудования салона сопряжена с рядом негативных факторов, которые появляются при функционировании установок. При эксплуатации солярия негативными являются следующие факторы:

- ультрафиолетовое излучение,
- выработка большого количества озона;
- нагрев оборудования;
- нагрев воздуха в помещении солярия.

Все перечисленные причины, создающие негативную среду в салоне красоты, можно эффективно устранить с помощью системы вентиляции и кондиционирования.

Оснащение ультрафиолетовыми лампами приводит к выработке большого количества озона, которое токсично и является пожароопасной средой. Поэтому воздух, содержащий озон, необходимо отводить из солярия изолированно с помощью трубы, которая должна быть выше кровли на полтора метра.

Решения, предлагаемые при проектировании соляриев представлены ниже.

Студия загара имеют большую площадь, где работает несколько установок, поэтому вентиляция должны быть автономной. Система оттока и притока воздуха устанавливается с учётом площади помещения, характеристик оборудования и требований производителей соляриев. Системы воздуховодов подключаются к самим соляриям. Это важная часть вентиляции, которая обеспечивает долгосрочную работу соляриев и безопасность клиентов.

Совмещенное с парикмахерской или салоном красоты помещение с одними или двумя соляриями недорогой конструкции. Такие помещения снабжаются дополнительными кондиционерами и имеют приточно-вытяжную вентиляцию механического привода.

Московская инженерная компания «СтройИнжиниринг» занимается микроклиматом процедурных кабинетов.

Монтажные действия производятся строго в соответствии с правилами установки приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением. За нормативную основу берётся СанПиН 2.1.3.2630-10 [19] для кабинетов флюорографии, рентгена, массажа, соляриев, косметических салонов, парикмахерских, маникюрно-педикюрных.

В помещении массажного кабинета не допускается отсутствие общеобменной системы вентиляции и отопления. Несмотря на это

требование, разрешается отсутствие горячего водоснабжения. Системы отопления физиотерапевтических/массажных выполняются по [19], с техническим обоснованием замены теплоносителя, в случае отсутствия водяного отопления. В зимний период приточный воздух подогревается с помощью калориферов. На основании требований для помещений кабинетов и залов, расположенных на цокольных (подвальных) и 1-х этажах, в них устанавливаются самостоятельные (изолированные) системы воздухообмена с вытяжной шахтой. Забор наружного воздуха выполняется на расстоянии двух метров от уровня здания.

Кондиционеры и системы кондиционирования устанавливаются в массажных салонах с целью обеспечить нормативные значения воздуха.

Нормы СП устанавливают:

- температуру 20 °С,
- кратность приточного воздухообмена 3 м³/час,
- кратность вытяжного воздухообмена 4 м³/час.

Специалисты компании «Пять стихий», опираясь на свой опыт и знания, рекомендуют приточно-вытяжную систему. Такая вентиляция фитнес-клуба отличается разветвленной системой воздуховодов, по которой воздух отводится и поступает в помещения. Схема обладает целым рядом достоинств:

- большое количество мест распределения воздуха позволяет избежать сильного сквозняка;
- возможность установки элементов системы за потолком, благодаря чему вентиляция спортивных залов не портит дизайнерского замысла.
- баланс между приточным и вытяжным воздухом.

Такое равнозначное распределение мощностей исключает появления сквозняков, которые будут плохо влиять на самочувствие спортсменов. Спортивная площадка, как правило, окружена раздевалками, душевыми, тренерскими комнатами и гардеробами. К вентиляции этих помещений никаких особых требований не выдвигается.

Наиболее эффективным вариантом для большинства спортивных площадок и залов является обустройство в них канальной системы приточно-вытяжной вентиляции с обеспечением требуемой степени фильтрации воздуха, секцией нагрева и охлаждения воздуха, а также автоматикой, которая будет следить за всеми процессами и климатическими изменениями. Охлаждение воздуха в спортзале решается одним из несколько доступных вариантов:

- установкой настенных сплит-систем;
- монтажом канального кондиционера;
- обустройством спортивного зала кассетным кондиционером.

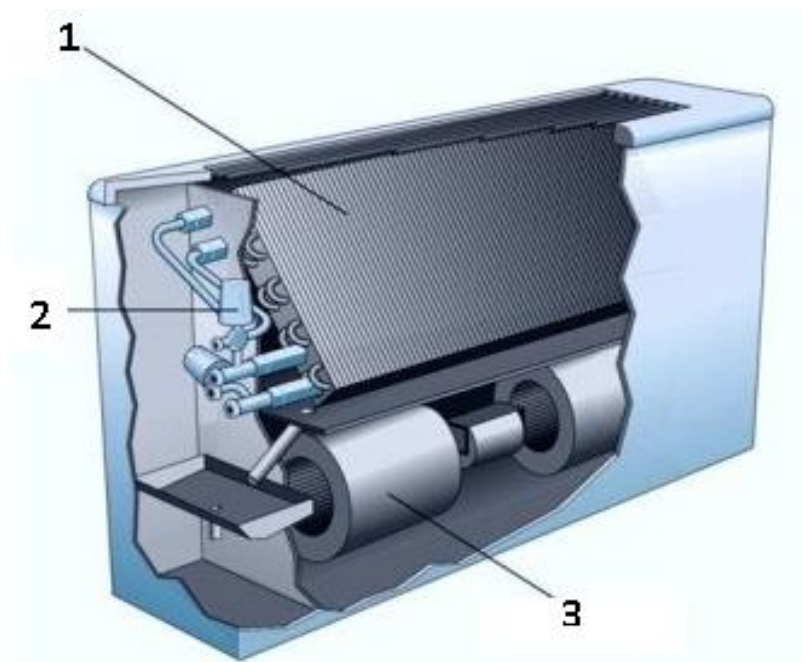
Каждый из этих вариантов способен в короткое время создать зону комфортного микроклимата понизив температуру воздушных масс в помещении, и создать в нем условия, которые будут препятствовать перегреву организма.

Наиболее распространенной схемой для небольших помещений, спортивно-развлекательного назначения, является механическая приточно-вытяжная вентиляция. Приток воздуха в основное помещение осуществляется по воздуховодам, направленным под углом к полу. Решетки приточной вентиляции устанавливаются по всему залу, равномерно, на высоте от пола 3-4 метра. Именно такое расположение обеспечивает наиболее эффективную циркуляцию воздушных масс. В пространстве под потолком скапливается наиболее влажный и теплый воздух, удалять который можно несколькими способами: крышными вентиляционными установками, или установленным в воздуховод общеобменной вентиляции канальным вентилятором. Если стены спортзала оборудованы в верхней его части окнами, то можно обустроить выход отработанного воздуха естественным путем. Это может значительно снизить общую стоимость по обустройству вентиляции в помещении.

2.2 Патентный поиск

Целью исследования является отыскание наиболее усовершенствованных моделей фанкойлов и определение состояния исследования устройства в области кондиционирования воздуха.

В качестве базового устройства подачи воздуха рассмотрим устройство фанкойла, представленного на рисунке 1.



1 – теплообменник, 2 – контроль подачи теплоносителя, 3 – вентилятор

Рисунок 1 – Устройства фанкойла

Фанкойл представляет собой систему, которая состоит из вентилятора 1 и теплообменника 2. Первый прогоняет воздух через второй, придавая потоку необходимую температуру.

Вентилятор прогоняет воздушные потоки через теплообменник. В змеевик теплообменника в зависимости от поставленной задачи поступает горячая или холодная вода. Воздух нагревается и распространяется по помещению. Одно из преимуществ использования вентиляторных доводчиков - это возможность не только обогреть и охладить воздух внутри помещения, но и разбавлять его свежими воздушными массами с улицы.

Фанкойл является устройством, так как имеет определенную конструкцию, элементами которой являются теплообменник, вентилятор и др., которые имеют определенную форму, размер и располагаются в корпусе фанкойла в определенном порядке. Эти элемента связаны между собой технологически и выполняют каждый свою функцию. Так же элемента фанкойла изготовлены из определенного материала, что характерно для устройства.

Поиск прогрессивных технических решения фанкойлов будет осуществляться среди мировых производителей оборудования для кондиционирования, вентиляции и холодильных систем в странах Евросоюза и Юго-Восточной Азии. Предприятия вентиляционного направления расположены в России, Германии, Италии и Чехии, а предприятия холодильного и бытового направлений базируются в производственных районах Китая, в Малайзии и Южной Корее.

Объект исследования - фанкойл имеет следующие технические особенности:

- агрегат имеет малый вес;
- небольшой корпус;
- распределение воздуха по четырем направлениям;
- встроенные, охлаждающие и нагревательные элементы.

Для определения рубрик МПК «фанкойл» определяем ключевое слово «кондиционер». По классификатору МПК определяем:

- раздел F «Машиностроение. Освещение. Отопление. Двигатели и Насосы. Оружие и боеприпасы. Взрывные работы»;
- класс F24 – «Нагрев; вентиляция; печи и плиты»;
- подкласс F24F – «Кондиционирование воздуха; увлажнение воздуха; вентиляция; использование воздушных потоков для экранирования»;
- группа подкласса F24F1/00 – «Комнатные агрегаты, например получающие первичный воздух от центральной станции»;
- подгруппа класса F24F1/02 – «Независимые».

В качестве источников информации для патентного поиска использовалась реферативная информация о последних достижениях науки и техники в области кондиционирования воздуха, издаваемая ВИНТИ, ФИПС и ИНИЦ, также полные описания изобретений к фондам СССР и РФ, отчеты о научно-исследовательских работах, о патентных исследованиях, официальные нормативные материалы, стандарты, технические условия, каталоги, фирменные справочники и т. п.

В связи с тем, что фанкойлы относятся к технике давно известной, то ограничимся периодом ее наиболее интенсивного развития и определим внедрение усовершенствованных моделей фанкойлов за последние 20 лет.

Определим границы проведения поиска среди существующих патентов.

Вид исследований - исследование достигнутого уровня развития объекта техники и определение тенденций развития.

Сроки поиска регламента: с 1.12.2018 по 31.12.2018.

Регламент поиска представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Регламент поиска

Предмет поиска	Страна	МПК и УДК	Глубина поиска	Источники информации
Фанкойл	Россия	F24F 1/02	20 лет	Рефераты ВИНТИ
	Германия	628.84		Отчеты о НИР
	Италия			Каталоги производителей
	Чехия			Фирменные справочники
	Китай			Сайт: http://www.freepatent.ru
	Малайзия			
	Корея			

Данный регламент поиска определяет границы проведения поиска среди патентных баз данных.

Выполняется обзор научно-технической документации по классификации МПК. Отбираем документы, название которых непосредственно связано или содержит наименование исследуемого агрегата.

Информацию об аналогах фанкойлов, найденных в научно-технической литературе, заносим в таблицу 4.

Таблица 4 - Научно-техническая документация

Предмет поиска	Авторы	Название	Особенность технического решения
Фанкойл	Белова Е.М. 697.94	Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами М.: Евроклимат, 2003	Подача и смешение воздуха рециркуляционного воздуха обеспечивается за счет эффекта эжекции
Фанкойл	ЗАО «Обитель»	Доводчик эжекционный М.: обитель, 2005	Присоединение теплообменника через накидные трубчатые переходы
Фанкойл	Кокорин О.Я. 33.9	Современные системы кондиционирования воздуха М.: Физматлит, 2003	Наличие двух теплообменников
Фанкойл	Нимич Г.В. Михайлов В.А. Бондарь Е.С. 944.1+697	Современные системы кондиционирования и вентиляции воздуха Ук. : ТОВ «Видавничий будинок» Аванпост Прим, 2003	Наличие трехходового клапана, управляемого контроллером
Фанкойл	Стефанов Е.В. 697.9(0758)	Вентиляция и кондиционирование воздуха Спб.: АВОК Северо-Запад, 2005	Материалом для изготовления теплообменника служит мельхиор

Информацию об изобретениях заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Патентная документация для проведения анализа

Предмет поиска	Страна, номер охранного документа, классификационный индекс	Название, автор, дата приоритета, дата публикации	Технический результат	Подлежит/ не подлежит исследованию
1	2	3	4	5
Фанкойл	CN 2682521 https://findpatent.ru/patent/268/2682521.html	Устройство кондиционирования воздуха и способ его применения ¹² .03.2001 24..11.2007	Рабочая область устройства заполнена отрицательно заряженными наночастицами определенной плотности	Подлежит
Фанкойл	RU 2473017 https://findpatent.ru/patent/247/2473017.html	Способ охлаждения воздуха в здании система его детализации Рацеев Владимир Федорович 6.08.1997 12.09.2001	Жидкость в контуре центрального отопления, используемого для нагрева воздуха в здании в холодный период года, служит хладагентом для охлаждения воздуха в теплый период года Цель –повышения эффективности охлаждения воздуха	Подлежит
Фанкойл	RU 2351852 http://bankpatentov.ru/node/733198	Кондиционер-доводчик 31.01.2008 10.04.2009	Рабочее колесо вентилятора вентилятора соединено через	Подлежит
Фанкойл	RU 2247901 http://www.freepatent.ru/patents/2247901	Кондиционеры независимые Чепилко Степан Сергеевич 01.04.2004 10.03.2005	эластичную обойму с валом однофазного бесшумного двигателя Цель – повышение эффективности и надежности процесса. Объединение воздуходувки с вихревой трубой в одном агрегате Цель - снижение массы и габаритов кондиционера	Подлежит

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Фанкойл	RU 2384794 http://www.freepatent.ru/patents/2384794	Устройство для вентиляции помещения Кабелев Николай Сергеевич, Буторин Вячаслав Михайлович, Алябьева Татьяна Васильевна 09.26.2008 20.03.2010	Устройство для вентиляции содержит эжектируемую часть	Подлежит

Из полученных результатов поиска производится отбор с целью проведение последующего анализа.

Заключительным этапом было изучение изобретений, занесённых в таблицу 6 с информацией, содержащейся в графе 4, а также путём отбора текстов патентных описаний. Оцениваем функциональность выбранных изобретений и оставляем только объекты, выполняющие те же функции, что и фанкойл. Запись об этом делаем в графе 5, таблицы 5.

Производим оценку показателей работы фанкойлов.

Оцениваем обеспечение показателей, перечисленных в таблице 5. Оценка показателей оценена по шкале от минус 4 до плюс 4. Базовому варианту, показанному на рисунке 1, по каждому показателю выставляем оценку «0». Отображаем оценки в таблицу 6.

Из таблицы 6 видим, что наибольшую сумму баллов имеет фанкойл № 2247901, автор Чепилко С.С. В этом изобретение достигнута поставленная цель – надежное и качественное обеспечение микроклимата жилых помещений гостиной. Следовательно, данное изобретение является наиболее прогрессивным.

Таблица 6 – Преимущества и недостатки исследуемых патентов

Критерии оценки	CN 2682521	RU 2351852	RU 2351852	RU 2247901	RU 2384794
Малогобаритность	+1	+2	+3	+4	+3
Энергоемкость	+1	+3	+3	+3	+4
Ремонтопригодность конструкции	+1	+2	+3	+2	+4
Простота	+2	+4	+1	+2	+2
Удобная эксплуатация	+2	+3	+1	+4	+3
Автоматика	+1	+1	+2	+3	+3
Бесшумность	+1	+1	+2	+3	+1
Суммарный балл	9	16	15	21	20

В процессе патентного исследования выявлено, что в течение последних лет проделано немало попыток улучшить конструкцию и механизм работы кондиционеров-доводчиков. Развитие данного агрегата связано, в основном, с усовершенствованием работы эжектируемого элемента. Развитие изобретений в области фанкойлов происходит за счёт понижения энергоёмкости за счет улучшения процессов автоматизации при обработке воздуха.

Анализируя данные таблицы 6 можно сделать вывод о том, что из всех рассмотренных типов фанкойлов, целью открытия которых является охлаждение или нагрев воздуха в помещении до необходимой температуры, изобретение № 2247901 RU является наиболее прогрессивным, т.к. в отличие от других изобретений данное решение имеет небольшие размеры, требует относительно меньше энергозатрат, конструкция его надежна и долговечна, так же важную роль занимает автоматика фанкойла, что обеспечивает надежность и безопасность.

Дальнейшее развитие фанкойла по результатам исследования пойдёт по пути усовершенствования калориферной части, усовершенствования эжекционной части и снижение шума при работе.

Фанкойл совместно с чиллером может быть использован для независимой стабилизации температуры одновременно в нескольких помещениях.

Выводы по Разделу 2

При выполнении данного раздела были выполнены следующие задачи:

- изучена нормативная база, регулирующая инженерные решения при проектировании инженерных сетей в здании гостиничного комплекса.

- найдены принципиальные схемы современной системы обеспечения микроклимата, применяемые при проектировании инженерных сетей в многофункциональных зданиях различного назначения.

- выявлены проблемы, возникающие при организации микроклимата в помещениях гостиничного комплекса.

В данном разделе так же была выполнена цель патентного поиска – произведен поиск наиболее усовершенствованных моделей фанкойлов и определено состояние исследования устройства в области кондиционирования воздуха. Определено, что развитие изобретений фанкойлов происходит за счёт понижения энергоёмкости за счет улучшения процессов автоматизации при обработке воздуха.

Однако при оценке преимуществ и недостатков фанкойлов было выявлено, что все рассматриваемые модели энергозатратны, что негативно сказывается на класс энергетической эффективности объекта. Поэтому принято решение не применять в данном проекте инженерные системы с фанкойлом.

3 Тепловая защита здания

3.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

В данном разделе выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания гостиницы в г. Н. Новгород.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций Б [1].

$$\text{ГСОП} = (24 - (-2,3)) \cdot 221 = 5812,3 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут./год.}$$

Определение коэффициента теплопередачи наружной стены, состав которой представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Состав наружной стены

№ слоя	Наименование материала	Плотность материала, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Толщина слоя, м
1	Фасадная штукатурка	1700	0,87	0,02
2	кладка из кирпича (керамический кирпич плотностью 1400 на цементно-песчаном растворе	1600	0,64	0,51
3	пенополиуретан	40	0,04	x
4	внутренняя штукатурка (известково-песчаный раствор)	1600	0,81	0,02

Расчет толщины утеплителя:

$$\frac{R_o^{тп}}{r} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,51}{0,64} + \frac{x}{0,04} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23},$$

$$R_o^{тп} = 0,00035 \cdot 5812,3 + 1,4 = 3,434 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт},$$

$$r = 0,91 \cdot 0,92 = 0,837; (r_1 = 0,78 - 0,92 \text{ при внутреннем кирпичном слое, } r_2 = 0,90,95).$$

Толщина утеплителя принимается равной $0,125\text{ м} \approx 125\text{ мм}$.

$$R_{0}^{\text{учл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,47} + \frac{0,125}{0,04} + \frac{0,02}{0,3} + \frac{1}{23} = 4,459 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{0}^{\text{нр}} = 4,459 \cdot 0,837 = 3,732 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_{0}^{\text{нр}} \geq R_{0}^{\text{тп}},$$

$3,732 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \geq 3,434 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ - условие выполнено,

$$k = \frac{1}{3,732} = 0,268 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

2) Определение коэффициента теплопередачи бесчердачного покрытия, состав которого представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Состав бесчердачного перекрытия

№ слоя	Наименование материала	Плотность материала, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности Вт/м·°C	Толщина слоя, м
1	Туфобетон	1600	0,81	0,24
2	вспученный перлит на битумном связующем	300	0,09	0,005
3	пенополистирол (ГОСТ 15588-70)	40	0,04	x
4	Битум строительный	1800	0,27	0,035
5	вспученный перлит на битумном связующем	300	0,09	0,002

Расчет толщины утеплителя:

$$\frac{R_{0}^{\text{нр}}}{r} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{0,81} + \frac{0,005}{0,09} + \frac{x}{0,04} + \frac{0,035}{0,27} + \frac{0,02}{0,09} + \frac{1}{23};$$

$$R_{0}^{\text{нр}} = 0,0005 \cdot 5812,3 + 2,2 = 5,106 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$r=0,93$.

Толщина утеплителя принимается равной $x=0,193\text{ м} \approx 195 \text{ мм}$.

$$R_{0}^{\text{учл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{0,81} + \frac{0,005}{0,09} + \frac{0,195}{0,04} + \frac{0,035}{0,27} + \frac{0,002}{0,09} + \frac{1}{23} = 5,536 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_0^{np} = 5,536 \cdot 0,93 = 5,148 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$R_0^{np} \geq R_0^{mp};$$

5,148 (м²·°C)/Вт ≥ 5,106 (м²·°C)/Вт – условие выполнено,

$$k = \frac{1}{5,148} = 0,194 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

3) Определение коэффициента теплопередачи перекрытия над подвалом, состав которого представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перекрытие над подвалом

№ слоя	Наименование материала	Плотность материала, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C	Толщина слоя, м
1	кварцевый песок	1700	0,87	0,2
2	пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	0,041	x
3	железобетонная панель	2500	2,04	0,24

Расчет толщины утеплителя:

$$\frac{R_0^{mp}}{r} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,87} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,24}{2,04} + \frac{1}{6};$$

$$R_0^{mp} = 0,00045 \cdot 5812,3 + 1,9 = 4,516 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт,}$$

$$r = 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

Толщина утеплителя принимается равной 0,206 м ≈ 210 мм.

$$R_0^{уч} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,87} + \frac{0,21}{0,041} + \frac{0,24}{2,04} + \frac{1}{6} = 5,751 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт;}$$

$$R_0^{np} = 5,751 \cdot 0,8 = 4,600 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт;}$$

$$R_0^{np} \geq R_0^{mp};$$

4,600 (м²·°C)/Вт ≥ 4,516·0,72=3,251(м²·°C)/Вт – условие выполнено;

$$k = \frac{1}{4,6} = 0,217 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

4) Определение коэффициента теплопередачи перекрытия над подвалом:

$$R_0^{mp} \text{ для окон: } 0,000075 \cdot 0,15 = 0,523 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Примем к расчету двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах, окна герметичны: $R_0^{np}=0,55$ (м²·°C)/Вт.

$$k = \frac{1}{0,55} = 1,82 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

$$R_0^{mp} \text{ для дверей : } 0,523 \cdot 0,6 = 0,319 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Все результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты теплотехнического расчета ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, м	Толщина ограждающей конструкции, м	Приведенное сопротивление теплопередачи, (м ² ·°C)/Вт	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² ·°C)
Наружная стена	0,125	0,67	3,732	0,268
Покрытие бесчердачное	0,195	0,48	5,148	0,194
Перекрытие над подвалом	0,210	0,65	4,6	0,217
Окно	-		0,55	1,82
Наружная дверь	Деревянная дверь		0,319	3,13

Все перечисленные ограждающие конструкции соответствуют требованиям по теплопередаче.

3.2 Определение теплотерь здания

Расчетные теплотери жилого здания Q_0 вычисляются по уравнению теплового баланса (1):

$$Q_0 = \Sigma[Q \cdot (1 + \Sigma\beta)], \quad (1)$$

где Q – тепловые потери через стены, покрытия, перекрытия, Вт;

β – добавочный коэффициент.

Расчет теплотерь помещений представлен в таблице 11, 12.

Таблица 11 – Расчет теплопотерь первого этажа

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции						Добавочные теплопотери ,В			Коэффициент (1+В)	Теплопотери Q , Вт
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь А, м	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м ² °С	t =(t _в -t _н)n, °С	на ориент.	прочие		
				a	h							
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
1	Женский гардероб на 12 шкафов	НС	С	3,1	3,2	7,0	0,268	51	0,1	0,05	1,15	109
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,1	0,05	1,15	315
		ПЛ	-	-	-	8,7	0,217	15,0			1	28
												453
2	Мужской гардероб на 6 шкафов	ПЛ	-	-	-	8,8	0,217	15,0	0		1	29
												29
3	Кладовая белья	НС	С	2	3,2	6,4	0,268	49	0,1		1,1	92
		ПЛ	-	-	-	2,5	0,217	13,0			1	7
												100
4	Комната отдыха и приема пищи	НС	С	2,7	3,2	5,7	0,268	53	0,1		1,1	89
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
		ПЛ	-			16,8	0,217	17,0	0		1	62
												464
5	Комната отдыха	НС	С	2,7	3,2	5,7	0,268	53	0,1		1,1	89
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
		ПЛ	-	-		8,3	0,217	17,0			1	31
												433
6	Кладовая инвентаря	ПЛ	-			7,0	0,217	13			1	20
												20
7	Парикмахерская	НС	С	6	3,2	13,3	0,268	51	0,1		1,1	200
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,1		1,1	302
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,1		1,1	302
		ПЛ	-			33,9	0,217	15			1	110
												913
8	Отдел кадров	НС	С	2,6	3,2	5,4	0,268	53	0,1		1,1	84
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
		ПЛ	-			16,1	0,217	17,0			1	59
												457
9	Электрощитовая	НС	С	2,9	3,2	6,3	0,268	49	0,1		1,1	91
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-			15,9	0,217	13,0			1	45
												426
10	Кабинет директора	НС	С	6	3,2	13,3	0,268	53	0,1		1,1	208
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
		ПЛ	-			21,3	0,217	17,0			1	79
												913
11	Камера хранения	ПЛ	-			9,9	0,217	13			1	28
												28
12	Приемная	НС	С	2,9	3,2	6,3	0,268	53	0,1		1,1	99
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
		ПЛ	-			15,0	0,217	17			1	55
												468
13	Кабинет	НС	С	2,9	3,2	6,9	0,268	53,0	0,1		1,1	108
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53,0	0,1		1,1	313
		ПЛ				21,3	0,217	17			1	79
												500
14	Помещение хранения тележек для перевоза багажа	ПЛ	-			4,9	0,217	13,0			1	14
												14
15	Помещение дежурного персонала	НС	С	3	3,2	6,6	0,268	53	0,1		1,1	104
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
		ПЛ	-			14,1	0,217	17,0			1	52
												469
16	Отделение связи	НС	С	2,9	3,2	6,3	0,268	49	0,1		1,1	91
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290

Продолжение таблицы 11

1		ПЛ	-			15,8	0,217	13,0	0		1	45
												426
17	Вестибюль	ПЛ	-			171,7	0,217	13,0			1	484
												484
18	Служба приема	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	53	0		1	90
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0		1	285
		ПЛ	-			15,7	0,217	17,0			1	58
												433
19	Помещение хранения документов	ПЛ	-			8,0	0,217	13	0		1	23
												23
20	Помещение портье	НС	Ю	3	3,2	6,6	0,268	53,0	0		1	94
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53,0	0		1	285
		ПЛ	-			7,8	0,217	17	0		1	29
												408
21	Кабинет главного бухгалтера	НС	Ю	2,7	3,2	5,7	0,268	53,0	0		1	81
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53,0	0		1	285
		ПЛ	-			8,0	0,217	17	0		1	30
												395
22	Бухгалтерия	НС	Ю	2,6	3,2	5,4	0,268	53,0	0		1	76
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53,0	0		1	285
		ПЛ	-			22,1	0,217	17	0		1	82

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
												443
23	Бизнесцентр	НС	Ю	6	3,2	13,3	0,268	53,0	0		1	189
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53,0	0		1	285
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0		1	285
		ПЛ	-			32,2	0,217	17			1	119
												877
24	Раздевалка	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	51	0		1	86
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0		1	274
		ПЛ	-			5,5	0,217	15			1	18
												379
25	Помещение уборочного инвентаря	ПЛ	-	-	-	4,4	0,217	13	0		1	12
												12
26	Подсобное помещение	ПЛ	-	-	-	2,9	0,217	13	0		1	8
												8
27	Душевая	ПЛ	-	-	-	1,6	0,217	13	0		1	5
												5
28	С/у	ПЛ	-	-	-	1,6	0,217	13	0		1	5
												5
29	С/у	ПЛ	-	-	-	1,6	0,217	13	0		1	5
												5

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
30	Фитнес-зал	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	51	0		1	86
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0		1	274
		ПЛ	-	-	-	10,6	0,217	15	0		1	35
												395
31	Фитнес-зал	НС	Ю	6	3,2	16,2	0,268	51	0		1	222
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0		1	274
		ПЛ	-	-	-	33,8	0,217	15	0		1	110
												606
32	Раздевалка	ПЛ	-	-	-	5,1	0,217	15	0		1	17
33	Комната утюжки одежды	НС	Ю	3	3,2	18,1	0,268	51,0	0		1	247
		ПЛ	-	-	-	18,1	0,217	15	0		1	59
												306
34	Помещение тренера	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	53	0		1	90
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0		1	285
		ПЛ	-	-	-	5,6	0,217	17	0		1	21
												395
35	Солярий	ПЛ	-	-	-	10,56	0,217	17	0		1	39
												39
37	Помещение медработника	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	51	0		1	86
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0		1	274
		ПЛ	-	-	-	14,9	0,217	15	0		1	48
												409

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
38	Массажный кабинет	НС	Ю	2,9	3,2	6,3	0,268	55	0		1	93
		ОК	Ю	2,08	1,42	3,0	1,82	55	0		1	296
		ПЛ	-			15	0,217	19	0		1	62
												451
39	Помещение ремонта обуви	НС	Ю	2,9	3,2	9,3	0,268	49	0	0,05	1,05	128
		ПЛ	-			15,66	0,217	13	0	0	1	44
		ОК	3	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,05	0,05	1,1	290
		НС	3	6,2	3,2	16,9	0,268	49	0,05	0,05	1,1	244
												706
40	Коридор	НС	3	2,1	3,2	3,8	0,268	51	0,05		1,05	54
		ОК	3	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,05		1,05	288
		ПЛ	-			93,66	0,217	15	0		1	305
												647
	ЛК1	НС	С	2,7	17	45,9	0,268	49	0,1		1,1	663
		ПЛ	-			15,39	0,217	13	0		1	43
		ПТ	-			15,39	0,194	49	0		1	146
												853
	ЛК2	НС	С	5,5	17	91,1	0,268	49	0,1		1,1	1316
		ОК	С	2	1,2	2,4	1,82	49	0,1		1,1	235
		ПЛ	-			15,12	0,217	13	0		1	43
		ПТ	-			15,12	0,194	49	0		1	144
												1738
	ЛК3	НС	3	5	17	82,6	0,268	49	0,05	0,05	1,1	1193

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
		ОК	3	2	1,2	2,4	1,82	49	0,05	0,05	1,1	235
		ПЛ	-			9,46	0,217	13	0	0	1	27
		ПТ	-			9,46	0,194	49	0	0	1	90
												1545
	Лифтерная 1	ПЛ	-			1	0,217	13	0		1	3
		ПТ	-			1	0,194	49	0		1	10
												12
	Лифтерная 2	ПЛ	-			5,27	0,217	13	0		1	15
		ПТ	-			5,27	0,194	49	0		1	50
												65
41	Комната отдыха персонала	НС	С	2,8	3,2	6,7	0,268	51	0,1		1,1	101
		ОК	С	1,6	1,4	2,2	1,82	51	0,1		1,1	229
		ПЛ	-			11	0,217	15	0		1	36
												366
42	Овощный цех	НС	С	3,2	3,2	7,3	0,268	49	0,1		1,1	105
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-			20,7	0,217	13	0		1	58
												453
43	Мясорыбный цех	НС	С	5,3	3,2	11,1	0,268	49	0,1		1,1	160
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
		ПЛ	-			19,6	0,217	7	0		1	30
		Ворота	С	2	2	4	0,318	49	0,1		1,1	69
												837
44	Холодный цех	НС	С	2,9	3,2	6,3	0,268	49	0,1		1,1	91
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-			11,02	0,217	13	0		1	31
												412
45	Горячий цех	НС	С	8,7	3,2	20,3	0,268	49	0,1		1,1	294
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-			46,98	0,217	13	0		1	133
		ДВ	С	0,8	2	1,6	0,318	49	0,1		1,1	27
												1033
46	Помещение для отходов	НС	С	3,4	3,2	6,3	0,268	49	0,1	0,05	1,15	96
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1	0,05	1,15	303
		ДВ	С	0,8	2	1,6	0,319	49	0,1	0,05	1,15	29
		ПЛ	-			6,9	0,217	13	0	0	1	19
		НС	В	3,4	3,2	10,9	0,268	49	0,1	0,05	1,15	164
												611
47	Моечная кухонной посуды	НС	В	5,3	3,2	14,0	0,268	49	0,1		1,1	202
		ОК	В	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-			11,56	0,217	8	0		1	20

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
												512
48	Сервизная	НС	В	2,7	3,2	2,7	0,268	49	0,1		1,1	39
		ОК	В	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ОК	В	2,08	1,42	3,0	1,82	49	0,1		1,1	290
		ПЛ	-	-	-	8	0,217	15	0		1	26
												645
49	Раздаточная	ПЛ	-	-	-	18,98	0,217	13	0		1	54
												54
50	Хлеборезка	ПЛ	-	-	-	5	0,217	13	0		1	14
												14
51	Кладовая чистого белья	ПЛ	-	-	-	3,2	0,217	13	0		1	9
												9
52	Кладовая суточного запаса	ПЛ	-	-	-	7,4	0,217	13	0		1	21
												21
53	Моечная яиц	ПЛ	-	-	-	4,59	0,217	13	0		1	13
54	Моечная оборотной тары	ПЛ	-	-	-	4,59	0,217	13	0		1	13
												13
55	Гардероб муж.	ПЛ	-	-	-	2,9	0,217	17			1	11
		НС	3	2,7	3,2	8,6	0,268	53	0,05		1,05	129
												140
56	Гардероб жен.	НС	3	6	3,2	16,2	0,268	53	0,05		1,05	242
		ОК	3	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,05		1,05	299
		ПЛ	-			5,89	0,217	17	0		1	22

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
												563
57	Душевая	ПЛ	-			3,78	0,217	20	0		1	16
												16
58	Коридор	ПЛ	-			9,5	0,217	51	0		1	105
												105
59	Пресс-кабина	ПЛ	-			1,95	0,217	13	0		1	6
												6
60	Конференц-зал	ОК	Ю	14,3	1,42	20,3	1,82	51	0		1	1885
		НС	Ю	14,3	3,2	25,5	0,268	51	0		1	348
		ПЛ	-			78,65	0,217	15	0		1	256
												2489
61	Зал ресторана на 100 мест	НС	В	21	3,2	22,3	0,268	53	0,1		1,1	348
		ОК1x4	В	19,4	2	38,8	1,82	53	0,1		1,1	4117
		ОК2x2	В	1,6	1,42	4,544	1,82	53	0,1		1,1	482
		ПЛ	-			289,8	0,217	17	0		1	1069
		НС	3	10,5	3,2	32,0	0,268	53	0,05		1,05	477
		ДВ	В	0,8	2	1,6	0,319	53	0,1		1,1	30
		ДВ	3	0,8	2	1,6	0,319	53	0,05		1,05	28
												6551
62	Сцена	НС	В	5,4	3,2	9,6	0,268	51	0,1	0,05	1,15	151
		ОК	В	5,4	1,42	7,7	1,82	51	0,1	0,05	1,15	819
		НС	Ю	12,2	3,2	39,0		51	0	0,05	1,05	0
		ПЛ	-			46,4	0,217	15	0	0	1	151
												1121
63	Склад	НС	Ю	2	3,2	6,4	0,268	49	0		1	84

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14
		ПЛ	-			5,7	0,217	13	0		1	16
												100
64	Помещение администратора	НС	Ю	3,6	3,2	11,5	0,268	53	0		1	164
		ПЛ	-			9,7	0,217	17	0		1	36
												199
65	Умывальная	ПЛ	-			3,3	0,217	18	0		1	13
												13
66	с/у женский	НС	С	2,5	3,2	5,8	0,268	51	0,1		1,1	87
		ОК	С	1,6	1,4	2,24	1,82	51	0,1		1,1	229
		ПЛ	-			4,4	0,217	15			1	14
												330
67	с/у мужской	НС	С	2,5	3,2	5,8	0,268	51	0,1		1,1	87
		ОК	С	1,6	1,4	2,24	1,82	51	0,1		1,1	229
		ПЛ	-			4,4	0,217	15			1	14
												330
68	с/у для инвалидов	ПЛ	-			3,1	0,217	15	0		1	10
												10
69	Умывальная	ПЛ	-			3,3	0,217	18	0		1	13
											1	0
70	П.у инвалидов	ПЛ	-			5,9	0,217	15	0		1	19
												32
71	Вестибюль 2	НС	Ю	8,4	3,2	6,6	0,268	49	0		1	86

Продолжение таблицы 11

		ОКх3	Ю	14,3	1,42	20,306	1,82	49	0		1	1811
		ПЛ	-			39	0,217	13	0		1	110
												2007
72	Банкомат	НС	Ю	5,5	3,2	17,2	0,268	49	0		1	225
		ОК	Ю	5,5	1,42	7,81	1,82	49	0		1	196
		ПЛ	-			26,95	0,217	13	0		1	70
		ДВ	Ю	2	2	4		49	0		1	0
												547

Итого, теплотери 1 – ого этажа составили 36 994 Вт.

Таблица 12 – Теплотери через наружные ограждения со второго по пятый этаж

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции							Добавочные теплотери, В		Коэффициент (1+B)	Теплотери, Вт
		Наименование	Ориентация	размеры, м		Площадь А, м	Коэффициент теплопередачи k, Вт/м ² °С	t = (t _в -t _н)n, °С	на ориент.	прочие		Q(1+b)
				a	h							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101-106	Жилая комнатахб	НС	С	2,9	3,2	29,2	0,268	55	0,1		1,1	474
		БД	С	0,68	2,14	8,7	1,82	55	0,1		1,1	961

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ОК	С	2,08	1,42	17,7	1,82	55	0,1		1,1	1951
												3387
107	Гостевая	НС	С	6	3,2	14,8	0,268	53	0,1		1,1	231
		БД	С	0,68	2,14	1,5	1,82	53	0,1		1,1	154
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	53	0,1		1,1	313
												699
108-113	Жилая комнатахб	НС	С	2,9	3,2	29,2	0,268	55	0,1		1,1	474
		БД	С	0,68	2,14	8,7	1,82	55	0,1		1,1	961
		ОК	С	2,08	1,42	17,7	1,82	55	0,1		1,1	1951
												3387
114	Коридор	НС1	З	2,4	3,2	4,7	0,268	51	0,05		1,1	68
		ОК	З	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,05		1,1	288
		НС2	В	2,4	3,2	4,7	0,268	51	0,1		1,1	71
		ОК	В	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,1		1,1	302
												728
115	Двухместный номер для инвалидов	НС	С	6,27	3,2	15,7	0,268	55	0,1	0,05	1,2	265
		ОК	С	2,08	1,42	3,0	1,82	55	0,1	0,05	1,2	340
		БД	С	0,68	2,14	1,5		55	0,1	0,05	1,2	0
		НС	В	6,67	3,2	21,3	0,268	55	0,1	0,05	1,2	362
												967
116	Помещение для хранения тележек	НС	В	1	3,2	3,2	0,268	51	0,1	0,05	1,2	50

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

												50
137	Помещение горничной	НС	3	6,67	3,2	18,4	0,268	51	0,05	0,05	1,1	276
		НС	Ю	3	3,2	9,6	0,268	51	0	0,05	1,1	138
		ОК	3	2,08	1,42	3,0	1,82	51	0,05	0,05	1,1	302
												716
138-154	Жилая комнатах17	НС	Ю	2,9	3,2	82,8	0,268	55	0,05		1,1	1282
		ОК	Ю	2,08	1,42	50,2	1,82	55	0,05		1,1	5277
		БД	Ю	0,68	2,14	24,7	1,82	55	0,05		1,1	2600
												9159
155	Жилая комната	НС	Ю	2,9	3,2	29,2	0,268	55	0,05	0,05	1,1	474
		ОК	Ю	2,08	1,42	17,7	1,82	55	0,05	0,05	1,1	1951
		БД	Ю	0,68	2,14	8,7	1,82	55	0,05	0,05	1,1	961
		НС	В	6,67	3,2	128,1	0,268	55	0,1	0,05	1,2	2171
												5557
156	С/у	НС	В	1	3,2	19,2	0,268	51	0,1	0,05	1,2	302
												302

Итого, теплопотери со второго по пятый этаж составили 74857 Вт.

Выводы по Разделу 3

В результате теплотехнического расчета подобраны толщины утеплителей, при этом соблюдено главное условие: приведенное сопротивление теплопередаче принятых ограждающих конструкций не менее требуемого сопротивления.

На основании полученных коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций посчитаны теплопотери через ограждающие конструкции здания. Так же определены теплопотери на нагревание инфильтрационного воздуха через клапаны оконных проемов.

Общие теплопотери по зданию составили 111,8 кВт.

4 Отопление и вентиляция

4.1 Конструирование системы отопления

В здания принята система отопления – водяная двухтрубная горизонтальная с алюминиевыми радиаторами и автоматическими радиаторными терморегуляторами у нагревательных приборов, параметры теплоносителя 95-70 °С.

Горизонтальная схема позволяет поддерживать почти одинаковую температуру во всех радиаторах. Однако ее недостатком является повышенная сложность балансировки отдельных радиаторов при значительной протяженности трубопроводов. Горизонтальная схема отопления должна обеспечивать должную циркуляцию теплоносителя.

В проекте запроектирована горизонтальная система с автоматическим регулированием теплоотдачи отопительных приборов с возможностью индивидуальной регулировки температуры воздуха при изменении тепловой нагрузки помещения, в том числе с возможностью уменьшения теплоотдачи на время отсутствия людей.

В гостиничных номерах допускается понижение температуры воздуха в отапливаемых помещениях, когда они не используются (на время отсутствия людей) ниже нормируемой на 3-5 °С, но не ниже 15 °С.

Открытая прокладка не применима, рекомендуется скрытая прокладка. При значительной протяженности тупиковой ветви следует применять попутную горизонтальную разводку.

В тупиковой системе каждый последующий радиатор по ходу движения воды находится дальше от котла и имеет больший циркуляционный контур, вследствие чего усложняется регулировка. Однако расход трубы меньше чем в попутной системе и меньше средств заложено на монтаж и материалы.

В ИТП здания расположена система автоматического регулирования отпуска тепла потребителям с помощью насосной группы подмеса.

Проектом предусмотрены отдельные ветви системы отопления с отключающими устройствами вне этих помещений для конференц-зала, зала ресторана с производственными помещениями при них и для жилых помещений.

Так же предусмотрены устройства для опорожнения системы отопления на каждом этаже.

4.2 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет системы отопления гостиничного комплекса выполнен согласно методике В.В. Покотилов «Системы водяного отопления» [20].

В проекте представлен расчёт главного циркуляционного кольца и увязка ответвлений от главного циркуляционного кольца. Проектируемая система отопления по направлению движения теплоносителя - тупиковая , по расположению стояков - горизонтальная. Главное циркуляционное кольцо системы отопления проходит через наиболее нагруженную ветвь нижнего этажа здания.

Расчетная схема для гидравлического расчета представлена на рисунке 2.

Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу 13.

Аналогично выполнен расчет остальных ветвей системы отопления.

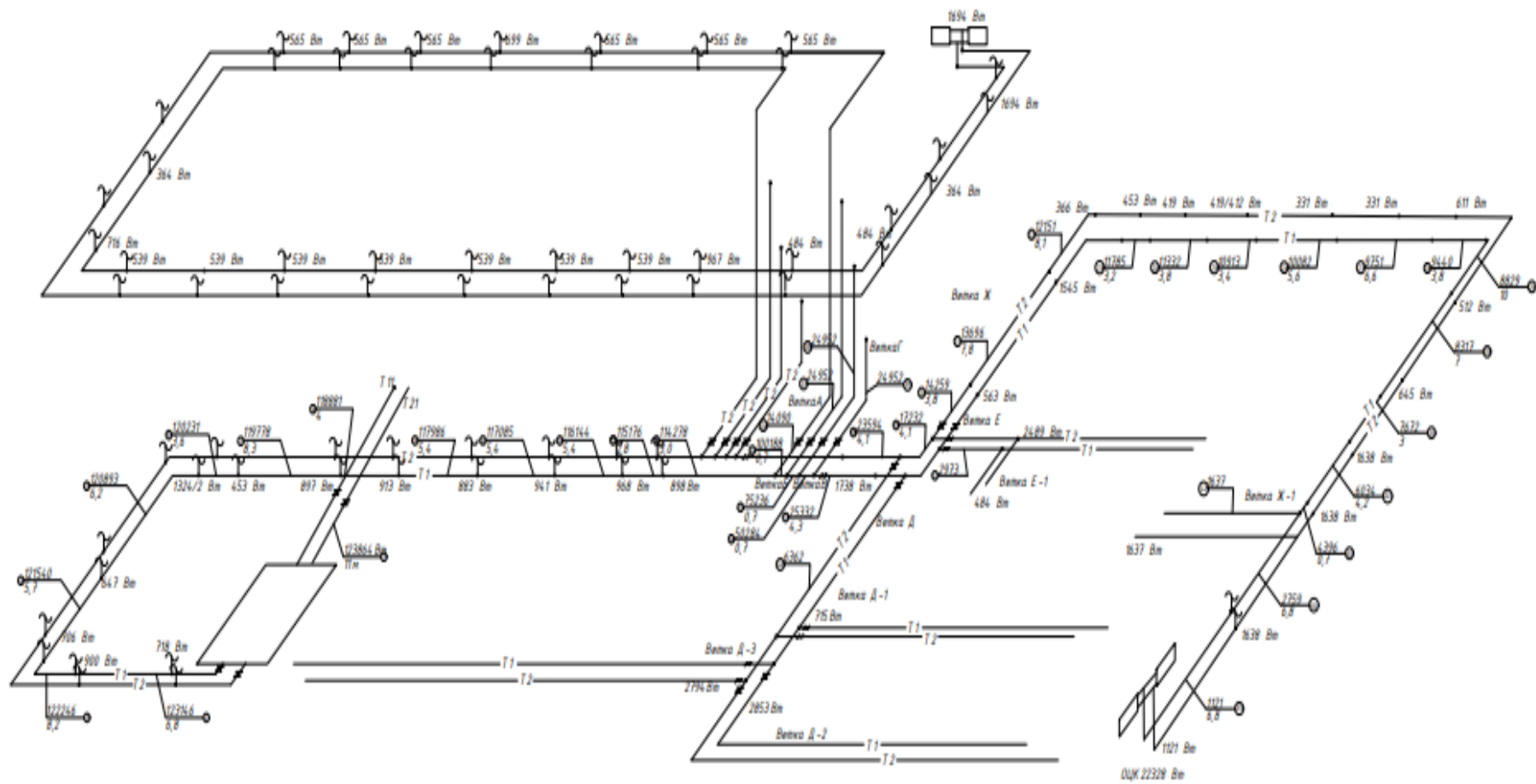


Рисунок 2 – Расчетная схема системы отопления

Таблица 13 – Результаты гидравлического расчета

№ уч.	$Q_{уч}$, Вт	$G_{уч}$, кг/ч	l , м	d , мм	R_{ϕ} , Па/м	$R_{\phi} l$, Па/м	v , м/с	$\Sigma\xi$	z , Па	$R_{\phi} l + z$, Па/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	123864	4433	11	50	86	946	0,63	1,3	252,2	1198
2	123146	4407	6,8	50	87	591,6	0,62	0,3	56,4	648
3	122246	4375	8,2	50	88	721,6	0,62	0,8	150,4	872
4	121540	4350	5,7	50	85	484,5	0,62	0,5	94	579
5	120893	4327	6,2	50	85	527	0,61	0,5	91	618
6	120231	4303	3,6	50	84	302,4	0,61	0,8	145,6	448
7	119778	4287	8,3	50	83	688,9	0,61	0,5	91	780
8	118881	4255	4	50	82	328	0,60	0,50	88	416
9	117986	4223	5,4	50	81	437,4	0,60	0,5	88	525
10	117085	4190	5,4	50	80	432	0,59	0,5	85,0	517
11	116144	4157	5,4	50	79	426,6	0,59	0,5	85	512
12	115176	4122	2,8	50	78	218,4	0,58	0,5	82	300
13	114278	4090	3,0	50	75	225	0,58	0,5	88	313
14	100188	3586	0,7	40	220	154	0,79	0,5	156,5	311
15	75236	2693	0,7	40	122	85,4	0,60	0,5	88	173
16	50284	1800	0,7	40	60	42	0,40	0,5	39,1	81
17	25332	907	4,3	32	32	137,6	0,31	1	44	182
18	23594	844	4,1	32	29	118,9	0,29	0,5	22	141
19	17232	617	4,1	32	15	61,5	0,21	0,8	15,68	77
20	14259	510	3,8	32	11	41,8	0,18	1	19,6	61
21	13696	490	7,8	32	10	78	0,17	0,5	9,8	88

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	12151	435	8,1	32	8	64,8	0,15	0,8	15,68	80
23	11785	422	3,2	25	31	99,2	0,24	0,5	9,8	109
24	11332	406	3,8	25	28	106,4	0,23	0,5	9,8	116
25	10913	391	3,4	25	27	91,8	0,22	0,5	9,8	102
26	10082	361	5,6	25	24	134,4	0,20	0,5	9,8	144
27	9751	349	6,6	25	22	145,2	0,20	0,5	9,8	155
28	9440	338	3,8	25	20	76	0,19	0,5	9,8	86
29	8829	316	10	25	18	180	0,18	0,8	15,68	196
30	8317	298	7	20	55	385	0,26	0,5	22	407
31	7672	275	3	20	50	150	0,24	0,5	9,8	160
32	6034	216	4,2	20	32	134,4	0,19	0,5	9,8	144
33	4396	157	0,7	15	80	56	0,25	0,5	9,8	66
34	2759	99	6,8	15	34	231,2	0,16	0,5	9,8	241
35	1121	40	13,6	15	4,5	61,2	0,06	15,2	74,328	136
34	2759	99	6,8	15	34	231,2	0,16	0,5	9,8	241
33	4396	157	0,7	15	80	56	0,25	0,5	9,8	66
32	6034	216	4,2	20	32	134,4	0,19	0,5	9,8	144
31	7672	275	3	20	50	150	0,24	0,5	9,8	160
30	8317	298	7	20	55	385	0,26	0,5	22	407
29	8829	316	10	25	18	180	0,18	0,8	15,68	196
28	9440	338	3,8	25	20	76	0,19	0,5	9,8	86
27	9751	349	6,6	25	22	145	0,20	0,5	9,8	155
26	10082	361	5,6	25	24	134	0,20	0,5	9,8	144

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	10913	391	3,4	25	27	92	0,22	0,5	9,8	102
24	11332	406	3,8	25	28	106	0,23	0,5	9,8	116
23	11785	422	3,2	25	31	99	0,24	0,5	9,8	109
22	12151	435	8,1	32	8	64,8	0,15	0,8	15,68	80
21	13696	490	7,8	32	10	78	0,17	0,5	9,8	88
20	14259	510	3,8	32	11	41,8	0,18	1	19,6	61
19	17232	617	4,1	32	15	61,5	0,21	0,8	15,68	77
18	23594	844	4,1	32	29	118	0,29	0,5	22	140
17	25332	907	4,3	32	32	137	0,31	1	44	181
16	50284	1800	0,7	40	60	42	0,40	0,5	39,1	81
15	75236	2693	0,7	40	122	85	0,60	0,50	88	173
14	100188	3586	0,7	40	220	154	0,79	0,5	156,5	311
13	114278	4090	3	50	75	225	0,58	0,5	88	313
12	115176	4122	2,8	50	78	218	0,58	0,5	82	300
11	116144	4157	5,4	50	79	426	0,59	0,5	85	511
10	117085	4190	5,4	50	80	432	0,59	0,5	85,0	517
9	117986	4223	5,4	50	81	437	0,60	0,5	88	525
8	118881	4255	4	50	82	328	0,60	0,5	88	416
7	119778	4287	8,3	50	83	688	0,61	0,5	91	779
6	120231	4303	3,6	50	84	302	0,61	0,8	145,6	448
5	120893	4327	6,2	50	85	527	0,61	0,5	91	618
4	121540	4350	5,7	50	85	484	0,62	0,5	94	578
3	122246	4375	8,2	50	88	721	0,62	0,8	150,4	871
2	123146	4407	6,8	50	87	591	0,62	0,3	56,4	647

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	123864	4433	11	50	86	946	0,63	1,3	252,2	1198
									∑	21820
36	14090	504	61,2	25	45	2754	0,29	2,8	115,08	2869,08
37	24952	893	53,8	25	128	6886,4	0,51	2,8	355,6	7242
38	24952	893	47,4	25	128	6067,2	0,51	2,8	355,6	6422,8
Второстепенное циркуляционное кольцо через ветку Ж-1 $\Delta P_p=750\text{Па}$ $\Delta P_{p34}=\Delta P_{p42}$ ($\Delta P_{p34}=\Delta P_{pЖ-1}$)										
38	24952	893	47,4	25	128	6067,2	0,51	2,8	355,6	6422,8
<i>Балансовый вентиль ШТРЕМАКС -GR на уч-ке 16: $\Delta P_{кл.}=1032\text{Па}$, $G=1800\text{кг/ч}$, гидравлическая преднастройка -6.</i>										
Второстепенное циркуляционное кольцо через ветку Г $\Delta P_p=4880\text{Па}$ $\Delta P_{p17}=\Delta P_{p39}$										
39	24952	893	40,6	25	128	5196,8	0,51	2,8	355,6	5552,4
<i>Балансовый вентиль ШТРЕМАКС -GR на уч-ке 17 $\Delta P_{кл.}=672\text{Па}$, $G=907\text{кг/ч}$, гидравлическая преднастройка -6.</i>										
Второстепенное циркуляционное кольцо через ветку Д $\Delta P_p=4430\text{Па}$ $\Delta P_{p19}=\Delta P_{p40}$										
40	6362	228	24,6	15	159	3911,4	0,36	1	63,3	3974,7
<i>Балансовый вентиль ШТРЕМАКС -GR на уч-ке 40: $\Delta P_{кл.}=456\text{Па}$, $G=228\text{кг/ч}$, гидравлическая преднастройка -3.</i>										
Второстепенное циркуляционное кольцо через ветку Е $\Delta P_p=4330\text{Па}$ $\Delta P_{p20}=\Delta P_{p41}$ ($\Delta P_{pЕ}=\Delta P_{pЖ}$)										
41	2973	106	12	15	37	444	0,17	1	14,1	458,1
<i>Балансовый вентиль ШТРЕМАКС -GR на уч-ке 41: $\Delta P_{кл.}=3872\text{Па}$, $G=106\text{кг/ч}$, гидравлическая преднастройка -2.</i>										
42	1637	59	19	15	13,5	256,5	0,09	1,6	6,336	262,836
<i>Балансовый вентиль ШТРЕМАКС -GR на уч-ке 42: $\Delta P_{кл.}=488\text{Па}$, $G=59\text{кг/ч}$, гидравлическая преднастройка -2.</i>										

Таким образом, определены потери напора перемещения теплоносителя, что дает возможность подобрать насос для системы отопления, который позволит теплоносителю преодолевать сопротивления на трение и местные сопротивления.

4.3 Тепловой расчет отопительных приборов

В качестве отопительных приборов запроектированы стальные радиаторы трубчатые.

Расчет отопительных приборов включает в себя следующие формулы (2), (3):

$$Q_{np} = Q / N_{np} \cdot \beta_4, \quad (2)$$

$$Q_{np} = Q_n \cdot (\Delta t / 70)^{1+n} \cdot (M / 0,1)^m \cdot \beta_3, \quad (3)$$

Результаты расчета отопительных приборов сведены в таблице 14.

Таблица 14 – Подбор отопительных приборов

№ пр.	№ пом.	t _в , °С	Наименование помещения	Обозначение	Кол-во, шт.	Характеристика	Теплоноситель	β4	Q _{гр} , Вт	Q _{пр} , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-ый этаж (административные помещения)										
1	101	20	Женский гардероб	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1,05	611	637
2	104	20	Комната отдыха и обеденная	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	464	505
3	105	22	Комната отдыха	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	453	484
4	107	20	Парикмахерская	Arbonia 3050	2	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	457	505
5	108	22	Отдел кадров	Arbonia 2050	2	Нсек = 5 шт.	95/70 °С	1	229	245
6	109	18	Электрощитовая	Arbonia 2050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	426	426
7	110	22	Кабинет директора	Arbonia 3050	2	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	471	484
8	112	22	Приемная	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	468	484
9	113	22	Кабинет	Arbonia 3050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	514	554
10	115	22	Администрация	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	469	484
11	116	18	Отделение связи	Arbonia 2050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	426	426
12	117	18	Вестибюль 1	Arbonia 2050	1	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	484	521
13	118	22	Служба приема	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	423	432
14	120	22	Помещение портъе	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	431	432
15	121	22	Помещение глав. бухгалтера	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	395	432
16	122	22	Бухгалтерия	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	443	484
17	123	22	Бизнесцентр	Arbonia 2050	2	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	439	480
18	124	20	Раздевалка	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	416	450
19	130	20	Фитнес-зал	Arbonia 2050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	395	408
20	131	20	Фитнес-зал	Arbonia 2050	1	Нсек = 13 шт.	95/70 °С	1	606	651
21	133	20	Комната ремонта и утюжки	Arbonia 2050	1	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	306	306
22	134	22	Помещение тренера	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	412	432

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	137	20	Помещение медработника	Arbonia 2050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	409	450
24	138	20	Массажный кабинет	Arbonia 3050	1	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1,25	661	708
25	139	18	Помещение ремонта обуви	Arbonia 3050	1	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	706	737
26	140	20	Коридор	Arbonia 3050	1	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	647	708
27	ЛК-1	18	Лестничная клетка	Arbonia 3050	2	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	662	664
28	ЛК-2	18	Лестничная клетка	Arbonia 3050	2	Нсек = 12 шт.	95/70 °С	1	869	885
29	ЛК-3	18	Лестничная клетка	Arbonia 3060	1	Нсек = 18 шт.	95/70 °С	1	1545	1570
1-ый этаж (Ресторан, кухня, административные помещения)										
1	141	20	Комната отдыха и приема пищи	Arbonia 2050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	366	408
2	142	18	Овощной цех	Arbonia 2050	2	Нсек = 5 шт.	95/70 °С	1	227	266
3	143	18	Мясорыбный цех	Arbonia 2050	2	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	419	426
4	144	18	Холодный цех	Arbonia 2050	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	412	426
5	145	5	Горячий цех	Arbonia 2050	3	Нсек = 4 шт.	95/70 °С	1	221	270
6	146	18	Помещение для отходов	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	611	664
7	147	18	Моечная кухонной посуды	Arbonia 3050	1	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	512	526
8	148	18	Сервизная	Arbonia 3050	1	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	699	737
9	156	22	Гардероб жен.	Arbonia 3060	1	Нсек = 11 шт.	95/70 °С	1	824	901
10	160	20	Конферец-зал	Arbonia 3060	7	Нсек = 5 шт.	95/70 °С	1	356	436
11	161	22	Зал ресторана	Arbonia 3050	8	Нсек = 13 шт.	95/70 °С	1	819	882
12	162	20	Сцена	Arbonia 2050	2	Нсек = 12 шт.	95/70 °С	1	561	601
13	163	18	Склад инструментов	Arbonia 2050	1	Нсек = 2 шт.	95/70 °С	1	100	106
14	164	22	Помещение администратора	Arbonia 2050	1	Нсек = 5 шт.	95/70 °С	1	199	245
15	166	20	с/у жен.	Arbonia 3050	1	Нсек = 5 шт.	95/70 °С	1	343	361
16	167	20	с/у муж.	Arbonia 3050	1	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	385	433
17	171	18	Вестибюль 2	Arbonia 2050	6	Нсек = 7 шт.	95/70 °С	1	335	372

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
18	172	18	Банкомат	Arbonia 2050	2	Нсек = 10 шт.	95/70 °С	1	499	521
2,3,4-ый этажи(гостиничные номера)										
1	201-206	24	Жилая комната	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	565	584
2	207	22	Гостевая	Arbonia 3050	2	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	350	415
3	208-2013	24	Жилая комната	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	564	584
4	214	24	Коридор	Arbonia 3050	2	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	364	397
5	215	24	Номер для инвалидов	Arbonia 2050	3	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	339	375
6	217	20	Помещение горничной	Arbonia 3050	1	Нсек = 11 шт.	95/70 °С	1	716	778
7	218-234	24	Жилые номера	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	538	584
8	235	24	Жилая комната	Arbonia 3060	2	Нсек = 23 шт.	95/70 °С	1	1744	1767
5-ый этаж (гостиничные номера)										
1	501-506	24	Жилые комнаты	Arbonia 3060	1	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	564	640
2	507	22	Гостевая комната	Arbonia 3050	2	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	350	415
3	508-512	24	Жилые комнаты	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	564	584
4	513	20	Коридор	Arbonia 3050	2	Нсек = 6 шт.	95/70 °С	1	364	433
5	514-515	24	Апартмаенты	Arbonia 3050	2	Нсек = 8 шт.	95/70 °С	1	484	530
6	516-527	24	Жилые комнаты	Arbonia 3050	1	Нсек = 9 шт.	95/70 °С	1	538	584
7	528	20	Помещение горничной	Arbonia 3050	1	Нсек = 11 шт.	95/70 °С	1	716	778

Схема присоединения отопительного прибора к системе отопления представлена на рисунке 3.

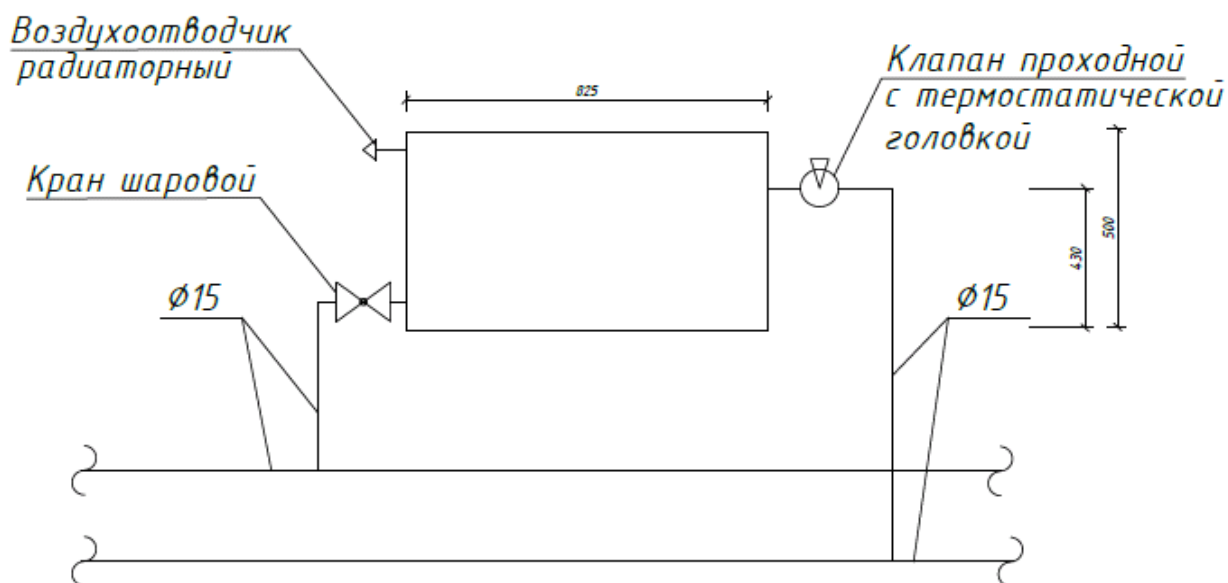


Рисунок 3 – Отопительный прибор системы отопления

Таким образом, полученная в результате расчета площадь поверхности отопительных приборов (количество секций) обеспечивают необходимый тепловой поток от теплоносителя к воздуху.

4.4 Расчет и подбор оборудования

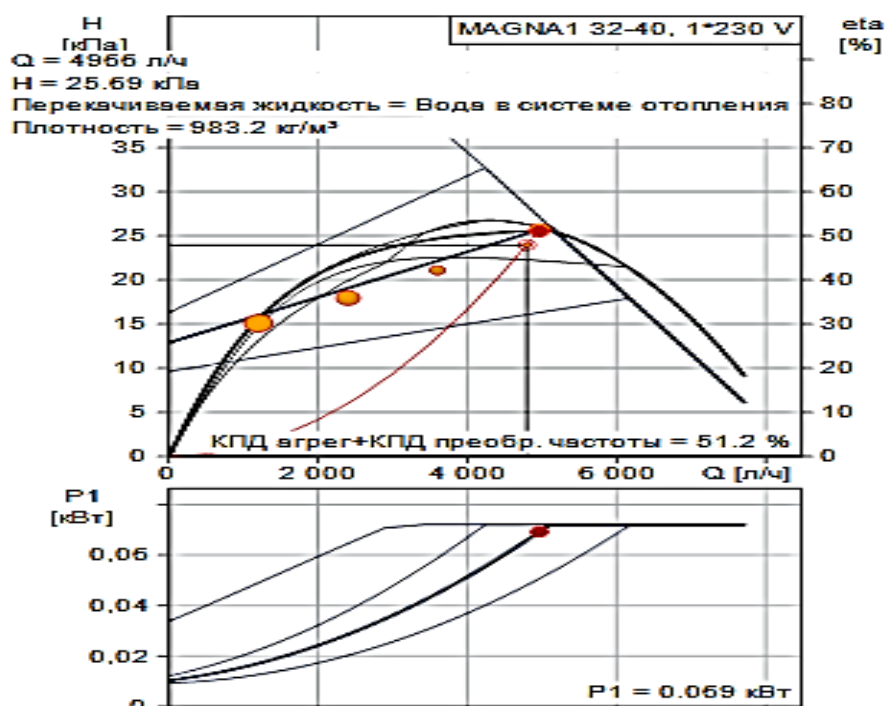
4.4.1 Подбор циркуляционного насоса для системы отопления

Подбор циркуляционного насоса для системы осуществлен в программном обеспечении GRUNDFOS.

Насосы данной фирмы обеспечивают энергосбережение и обладают такими достоинствами как:

- низкое энергопотребление,
- режим управления AUTOADAPT;
- низкий уровень шума.

Результат подбора представлен на рисунке 4.



MAGNA1 32-40
 Номер продукта: 99221233

Система:
 Группа продукта: E2
 Экономия тепловой энергии: 1318 UER/15 лет
 U: 230 В
 IE класс:

Срок поставки: 5 раб. дней
 Издержки за срок службы: 718 UER/15 лет
 Фаза: 1
 P2: кВт

Рисунок 4 – Результат подбора циркуляционного насоса для системы отопления

4.4.2 Расчет и подбор воздушно-тепловой завесы (ВТЗ)

В качестве мероприятий по энергосбережению в общественных зданиях относится в том числе и применение воздушно-тепловых завес.

Расчет ВТЗ произведен согласно методики Н.Н. Павлова «Справочника проектировщика» [22].

В проекте предусмотрена воздушно-тепловая завеса смешивающего типа у наружных дверей вестибюля.

Исходные данные для проектирования:

Тип проема – распашной;

Площадь открываемого проема: $F_{пр} = 2,7 \times 2,8 \text{ м}^2$;

Коэффициент расхода проема при работе завесы : $\mu_{пр}=0,27$;

Относительный расход: $q=0,5$;

Относительная площадь: $F= 20$;

Расчетная высота: $h_{расч}= 1,4 \text{ м}$;

Температура наружного воздуха в холодный период года: $t_{н}=-31^{\circ}\text{C}$;

Температура внутреннего воздуха : $t_{в}= 18^{\circ}\text{C}$;

Поправочный коэффициент на ветровое давление: $k_1=0,2$;

Расчетный аэродинамический коэффициент: $c=0,5$;

Расчетная скорость ветра для холодного периода года: $V_{в}=6,6 \text{ м/с}$;

Плотность смеси подаваемого завесой: $\rho_{см}= 1,24 \text{ кг/см}^2$ при $t_{см}=12^{\circ}\text{C}$.

Результаты расчета:

1) Расчетная разность давлений:

$$\Delta p = 3,43 + 0,2 \cdot 15,8 = 6,6 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{г} = 9,8 \cdot 1,4 (1,46 - 1,21) = 3,43 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{в} = 0,5 \cdot 6,6^2 \cdot 1,46 / 2 = 15,8 \text{ Па}.$$

2) Общий расход воздуха, подаваемый завесой:

$$G_3 = 5100 \cdot 0,5 \cdot 0,27 \cdot 2,7 \cdot 2,8 \cdot \sqrt{(6,6 \cdot 1,24)} = 14\ 890 \text{ кг/ч}.$$

Подобраны две тепловые завесы типа КЭВ-45П5033Е:

$G_{з \text{ факт}} = 14000 \text{ кг/ч}$, относительная площадь $F=15$.

Относительный расход:

$$q = 14000 / (5100 \cdot 0,27 \cdot 2,7 \cdot 2,8 \cdot \sqrt{6,6 \cdot 1,24}) = 0,798.$$

4) Требуемая температура воздуха:

$$t_3 = -31 + ((12 - (-31)) / (0,798 \cdot (1 - 0,2))) = 36,3^{\circ}\text{C}.$$

5) Требуемая тепловая мощность в калорифере:

$$Q_3 = 0,28 \cdot 14000 \cdot (36,3 - 12) = 102 \text{ кВт}.$$

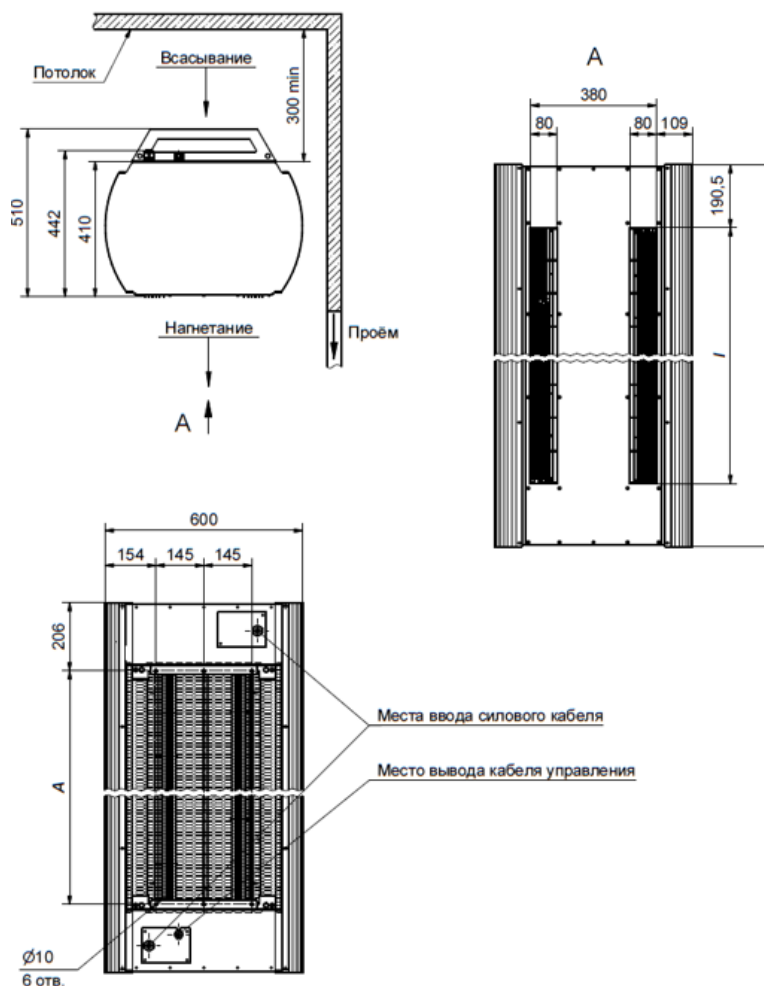
6) Скорость воздуха на выходе из щелей:

$$V_3 = 14000 / (2 \cdot 3600 \cdot 0,29 \cdot 1,4 \cdot 1,141) = 4,49 \text{ м/с.}$$

7) Аэродинамическое сопротивление короба завесы:

$$\Delta p_3 = 2 \cdot 1,141 \cdot \frac{4,49^2}{2} = 23 \text{ Па.}$$

Результат подбора воздушно-тепловой завесы представлен на рисунке 5.



Длина завесы	1,5
Тепловая мощность (кВт)	45
Тип завесы	Промышленная
Серия	500 Бриллиант
Степень защиты	IP20
Источник тепла	Электрический
Параметры питающей сети, В/Гц	380/50
Режимы мощности, кВт	0-22,5-45
Расход воздуха, м ³ /час	5500-6500-7000
Скорость воздуха на выходе из сопла, м/с	11,3
Эффективная длина струи, м	6

Рисунок 5 – Подбор воздушно-тепловой завесы

В данном подпункте подобрана горизонтальная воздушно-тепловая завеса смешивающего типа с электрическим подогревом воздуха. Подача подогретого воздуха осуществляется сверху-вниз.

К достоинствам ВТЗ относятся:

- предотвращение попадания холодного воздуха в помещение;
- сохранение тепла и энергоресурсов;
- низкий уровень шума;
- компактность и транспортабельность.

4.5 Определение требуемых воздухообменов

Определение требуемого воздухообмена расчетным путем определено в горячем цеху зала ресторана согласно методики Р – НП «АВОК» «Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания» [23].

Исходные данные:

Объем помещения горячего цеха: 155,2 м³;

Максимальное число посетителей: 100 чел.;

Рабочий персонал: 5 чел.;

Количество теплоты, выделяемое 1 человеком и скрытое тепло от пищи:
 $q=116$ Вт;

Норма воздухообмена на одного посетителя: 40 м³/ч;

Норма воздухообмена на единицу персонала в горячем цеху: 100 м³/ч;

Расчет:

Кратность воздухообмена помещения горячего цеха $4500/155,2 = 28,9$ 1/ч превышает 20 1/ч. В соответствии с [23, п.7.3] , общеобменная вытяжка не требуется, следовательно, $L_v = 0$ м³/ч.

Расход воздуха, поступающего из смежных помещений, принят в размере 60 % от объемного расхода воздуха, удаляемого местными отсосами, и составляет $L_c = 2700$ м³/ч.

Расход воздуха, подаваемый в помещение горячего цеха общеобменной приточной системой вентиляции:

$$L_{п} = 4500 - 2700 = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Массовый расход воздуха, подаваемый в помещение горячего цеха общеобменной приточной системой вентиляции:

$$G_{п} = 4500 \cdot 1,165 - 2700 \cdot 1,191 = 2027 \text{ кг/ч},$$

где $\rho_0 = 1,165 \text{ кг/м}^3$ при $t_0 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$;

$\rho_c = 1,191 \text{ кг/м}^3$ при $t_c = 23,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Доля конвективных тепловыделений кухонного оборудования и расход воздуха, удаляемый местными отсосами представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Производительность местных отсосов

	Оборудование	Q _г	K _я	K _к	K _о	Q _к , Вт	A	B	D, м	L _к , м ³ /с	L _о , м ³ /ч
1	Плита электрическая ЭП-4ЖШ х2	4,8	200	0,5	0,7	336	1	0,8	0,889	0,172	950
2	Сковорода электрическая СЭСМ-0,2	6	330	0,5	0,7	693	0,7	0,8	0,747	0,186	500
3	Котел электрический КПЭ-60 х2	15	35	0,5	0,7	184	0,955	0,64	0,766	0,123	650
4	Фритюрница	2,5	90	0,5	0,7	79	0,275	0,465	0,346	0,051	200
5	Мармит ПМЭС70м	0,6	350	0,5	0,7	74	1,12	0,8	0,933	0,109	300
6	Мармит ЭМК70м	0,6	350	0,5	0,7	74	1,12	0,8	0,933	0,109	300
7	Итого					1958					4500

Горячий цех и обеденный зал непосредственно сообщаются между собой, при этом в теплый период принимается температура в горячем цеху $t_r=20,3+5=25,3$ °С. Температура в обеденном зале: $t_{зал}=20,3+3=23,3$ °С. Температуру приточного воздуха в зимний период принята 18 °С.

В результате расчетов определяют:

- расход воздуха, удаляемого местными отсосами, который в данном примере расчета составил 4500 м³/ч;

- массовый расход воздуха, подаваемый для компенсации удаляемого воздуха по расчету равен $4500 \cdot 1,165 = 5243$ кг/ч.

Количество удаляемого местными отсосами воздуха компенсируется двумя способами:

- перетоком из обеденного зала в пределах до 60 %, в данном случае принимаем $L_c = 4500 \cdot 0,6 = 2700$ м³/ч или $G_c = 2700 \cdot 1,191 = 3216$ кг/ч;

- подачей остального воздуха отдельной приточной установкой $G_{пр} = 5243 - 3216 = 2027$ кг/ч.

Распределение количества перетока и приточного воздуха уточняется на компенсацию явных тепловыделений в помещении горячего цеха, Вт, которые поступают от оборудования $Q_{об}$, освещения $Q_{осв}$ и людей $Q_{л}$:

$$Q_{об} = 1958 \text{ Вт},$$

$$Q_{л} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ Вт},$$

$$Q_{осв} = 300 \cdot 48,5 \cdot 0,122 \cdot 1 = 1775 \text{ Вт}.$$

Суммарные теплопоступления в помещении горячего цеха

$$\Sigma Q_{явн} = 350 + 1775 + 1958 = 4083 \text{ Вт}.$$

Далее рассчитываем температуру горячего цеха в летний период из расчета подачи воздуха приточной установкой с температурой $t_n = 20,3$ °С.

Для этого составим уравнение энергетического баланса помещения, откуда:

$$t_{кух} = \frac{\frac{4083}{1005} + 1,233 \cdot 20,3 + 1,863 \cdot 23,3}{1,233 + 1,863} = 23,4 < 27^\circ\text{C}.$$

Расчет закончен.

4.6 Расчет воздухообмена для зала ресторана и конференц-зала

Теплоизбытки в обеденном зале и конференц-зале будут компенсироваться за счет систем кондиционирования типа VRF, которые имеют следующие преимущества перед системами «чиллер-фанкойл»:

- непрерывный обмен данными между внутренним и наружным блоками;
- регулировка производительности системы с высокой точностью;
- возможность работы на обогрев помещения без удорожания и усложнения системы;
- возможность организации диспетчеризации проще.

Воздухообмен в зале ресторана и конференц-зале рассчитан по санитарной норме и на разбавление CO₂.

Воздухообмен по санитарной норме для обеденного зала ресторана:

$$L_{\text{CH}}=40 \cdot 100=4000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Воздухообмен по санитарной норме для конференц-зала:

$$L_{\text{CH}}=20 \cdot 60=1200 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Воздухообмен на разбавление CO₂ в обеденного зала ресторана:

$$L_{\text{CO}_2}=4500/(1,25-0,5)=6000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Воздухообмен на разбавление CO₂ в конференц-зале:

$$L_{\text{CO}_2}=2100/(2-0,5)=1400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, за расчетный воздухообмен в зале ресторана принимается $L_{\text{CO}_2}=6000 \text{ м}^3/\text{ч}$, в конференц-зале $L_{\text{CO}_2}=1400 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Сведем полученные данные расчетов и данные нормативных документов по воздухообмену в таблицу 16.

Таблица 16 – Воздухообмен гостиничного комплекса

	Наименование помещения	Объем помещения, м ³	Температура в помещении, °С	Приток		Вытяжка	
				кратность, ч ⁻¹	объем воздуха, м ³ /ч	кратность, ч ⁻¹	объем воздуха, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
101	Женский гардероб на 12 шкафов	52,8	23	-	0	-	0
102	Душевая	1,9	25	-	0	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
103	Мужской гардероб на 6 шкафов	23,36	23	-	0	-	0
104	Душевая	1,9	25	-	0	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
105	Кладовая белья	8	18	-	-	вытяжка из душевой	0
106	Комната отдыха и приема пищи	49,92	22	из коридора	0	3	150
107	Комната отдыха	24,96	22	из коридора	0	3	75
108	Кладовая инвентаря	26,88	18	-	-	1	25
109	Парикмахерская	100	20	2	200	1	100
110	Отдел кадров	49,92	22	1,5	75	-	-
111	Электрощитовая	51,52	18	-	-	3	150
112	Кабинет директора	68,16	22	1,5	100	-	-
113	Камера хранения	30,016	18	-	-	1	30
114	Приемная	48	22	1,5	70	1,5	70
115	Кабинет	44,8	22	1	45	1	45

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
116	Помещение хранения тележек для перевоза багажа	15,04	18	-	-	1	15
117	Помещение администрации	48	22	-	-	1,5	70
118	Отделение связи	50,56	18	-	-	1	50
119	Вестибюль	549,44	18	2	930	-	-
120	Служба приема (ресепшн)	50,24	18	-	-	1,5	75
121	Помещение для хранения документов	25,6	18	-	-	1	25
122	Помещение портье	24,96	22	-	-	1,5	40
123	Кабинет главного бухгалтера	25,6	22	60 м ³ /ч на одного рабочего	60	60 м ³ /ч на одного рабочего	65
124	Бухгалтерия	48	22	60 м ³ /ч на одного рабочего	120	60 м ³ /ч на одного рабочего	120
125	Бизнесцентр	103,04	22	60 м ³ /ч на одного рабочего	180	60 м ³ /ч на одного рабочего	180
126	Раздевалка при душевой	17,6	22	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	Душевая	5,12	25	-	-	через раздевалку	-
127	Помещение уборочного инвентаря	14,72	18	-	-	1	15
128	Подсобное помещение	9,28	16	-	-	1	10
130	С/у женский	5,12	18	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	50

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
131	С/у мужской	5,12	18	-	-	25 м ³ /ч на единицу	25
132	Фитнес-зал малый	33,92	20	Не менее 80 м ³ /ч на одного занимающегося	320	не менее 80 м ³ /ч на одного занимающегося	вытяжка через фитнес-зал большой
133	Фитнес-зал большой	108,16	20	Не менее 80 м ³ /ч на одного чел.	480	не менее 80 м ³ /ч на одного чел.	800
134	Душевая	2,56	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
135	Раздевалка при душевой	17,28	22	-	-	через душевую сетку	0
136	Комната для чистки одежды и обуви	41,63	18	-	-	1	45
137	Помещение тренера	17,92	22	-	-	через душевую сетку	-
138	Солярий	30,08	22	-	-	3	90
139	Помещение медработника (комната персонала)	47,68	20	-	-	1	45
140	Массажный кабинет	25	24	-	-	4	100
141	Помещение ремонта обуви	49,92	18	-	-	3	150
	Дебаланс				2580	-	2675
142	Коридор	268,8	20	дебаланс	100	-	-
143	ЛК1		18	-	-	-	-
144	ЛК2		18	-	-	-	-

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
145	ЛКЗ		18	-	-	-	-
146	Комната отдыха персонала	35,2	22	2 (но не менее 30м ³ /чел)	180	3	106
147	Овощной цех	66,24	18	3	200	4	265
148	Мясорыбный цех	59,84	18	3	180	4	240
149	Холодный цех	34,88	18	3	105	4	140
150	Горячий цех	155,2		По расчету	-	По расчету	-
151	Помещение для отходов	20	18	-	-	10	200
152	Моечная кухонной посуды	22,08	18	4	100	по расчету МО	650
153	Моечная столовой посуды	52,224	20	4	225	по расчету МО	2350
154	Сервизная	25,6	18	-	25	1	25
155	Раздаточная	51,2	16	80м ³ /ч на человека	400	80 м ³ /ч на человека	400
156	Хлеборезка	16	18	1	16	1	15
157	Кладовая чистого белья	10,24	18	-	-	1	10
158	Кладовая суточного запаса	23,68	16	-	-	1	20
159	Моечная яиц	15,04	18	3	45	5	75
160	Моечная оборотной тары	20	20	4	80	6	120
	П.у. инвентаря	9,92	18	-	-	1	10

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
161	Гардероб	9,28	18	-	-	1	10
162	Гардероб женский	54,4	22	-	-	-	-
163	Душевая	8,32	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	150
164	Гардероб мужской	10,24	22	-	-	-	-
165	Душевая	6,4	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
166	Коридор	30,4	20	-	-	-	-
167	с/у	5,12		-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	50
	Дебаланс					6257	10143
169	Конференц-зал	247,04	18	по расчету	1400	по расчету	1400
170	Зал ресторана на 100 мест	927,36	22	по расчету	6000+2700 (на переток в гор.чех) Итого 8700	2700 удаляется через гор.чех	6000
171	Сцена	144,768	20	-	-	-	-
172	Склад инструментов	18,24	18	-	-	1	20
173	Помещение администратора	31,04	22	-	-	1	30
174	Умывальня	10,56	23	-	-	через с/у	-
175	с/у женский	14,08	20	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	50
176	с/у мужской	14,08	20	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	100

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
177	с/у для инвалидов	9,92	20	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	50
178	Умывальня	10,56	23	-	-	через с/у	-
	Гардероб	19,52	22-16	-	-	1	20
179	Вестибюль	124,8	18-16	2	250	-	-
180	П.у. инвентаря	18,88		-	-	1	20
	Дебаланс					250	290
2-ой этаж, 3-ий,4-ый, 5-ый							
201	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у	-
202	Жилая комната	36,8	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	Душевая	5,44	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	5,44	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
203	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у	-
204	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	Душевая	5,44	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	6,4	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
205	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у	-
206	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	Душевая	5,44	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	5,12	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
207	Гостевая	147,2	20	естеств. приток	-	-	-
208	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток	-	-	-
209	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток	-	-	-
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	5,12	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
210	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток	-	через с/у	-
211	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	5,12	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
212	Жилая комната		24	естеств. приток	-	-	-
213	Жилая комната	38,08	24	естеств. приток		через с/у и душевую	
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	6,08	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
214	Двухместный номер для инвалидов	64	24	естеств. приток		через душевую	
	с/у с душевой	13,76	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз, 75 м ³ /ч на 1 душ.	196

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
	Помещение для хранения тележек	11,168	16	-	-	через душевую	-
215	Жилая комната	65,28	20	естеств. приток		через душевую	
216	Жилая комната	65,28	20	естеств. приток			
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
	с/у	6,08	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
217	Жилая комната	33,28	24	естеств. приток	-	через с/у и душевую	
218	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у и душевую	
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /час	75
	с/у	8	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
219	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у и душевую	
220	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-		
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /час	75
	с/у	6,08	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
221	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-		
222	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через душевую и с/у	
	Душевая	6,72	25	-	-	75 м ³ /час	75

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
	с/у	5,44	25	-	-	50м ³ /ч на один унитаз	110
223	Жилая комната	36,8	24	естеств. приток	-		
224	Жилая комната	37,76	24	естеств. приток	-		
	с/у	5,44	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
	Душевая	6,08	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
225	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у	-
226	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	с/у	5,44	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
	Душевая	37,44	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
227	Жилая комната	37,44	24	естеств. приток	-	через с/у	-
228	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	с/у	5,44	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
	Душевая		25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75
229	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у	-
230	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	через с/у	-
	с/у	5,44	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
	Душевая	6,08	25	-	-	75 м ³ /ч на 1 душевую сетку	75

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8
231	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	-	-
232	Жилая комната	37,12	24	естеств. приток	-	-	-
	с/у	6,72	25	-	-	50 м ³ /ч на один унитаз	110
	Душевая	6,08	25	-	-	75 м ³ /ч /душевая	75
233	Помещение горничной (кладовая грязного белья)	37,76	18	-	-	1	40

По результатам воздухообмена выявлено, что в помещениях первого этажа в части, где расположены административные помещения дебаланс по приточному воздуху. Недостающее количество воздуха будет подано приточной системой П1 в коридор помещения.

В производственных помещениях общественного питания обеспечен дебаланс по притоку, в зале ресторана – по вытяжке для предотвращения перетекания запахов из кухни в обеденный зал.

4.7 Выбор принципиальных решений и конструирование

В здании гостиничного комплекса категории «две-звезды» запроектирована приточно-вытяжная система вентиляции с механическим побуждением, так же имеется естественные вытяжные системы.

Естественная вытяжная вентиляция предусмотрена в помещениях административно-бытовых и офисных.

В гостиничных номерах предусмотрена естественная вентиляционная система с притоком через открытые форточки или автоматические клапаны в окнах, удаление воздуха осуществляется через сантехнические узлы механическими вытяжными системами.

Воздухообмен в помещениях гостиничного комплекса был определен согласно действующим нормативным документам по кратности, санитарным нормам и по расчету.

В здании запроектировано пять приточных систем. П1– основная приточная система для подачи воздуха в коридор, вестибюли и другие помещения, так же запроектированы самостоятельные приточные системы для фитнес-залов - система П2, для горячего цеха–система П3, для зала ресторана – П5.

Воздухообмен обеденного зала изолирован от воздухообмена производственных помещений предприятия общественного питания. Над кухонным оборудованием горячего цеха запроектирована система местных отсосов - зонты.

В качестве мероприятий по энергосбережению предусмотрена воздушно тепловая завеса у наружных дверей главного входа в здание гостиничного комплекса.

Удаление воздуха из рабочих помещений площадью менее 35 м² предусмотрено за счет перетекания воздуха в коридор.

Отдельные вытяжные системы предусмотрены для зала ресторана, овощного цеха, моечной яиц и оборотной тары, горячего цеха, вестибюля, административных и бытовых помещений и санузлов. При этом удаляемый воздух из помещений общественного питания не влияет на качество пребывания людей в жилых помещениях.

4.8 Аэродинамический расчет системы вентиляции

В данной магистерской диссертации выполнен аэродинамический расчет систем вентиляции в программном обеспечении строительных калькуляторов ProstoBuild.

Порядок выполнения аэродинамического расчета:

- 1) Задать скорость воздуха:
 - путем автоматического подсчета в зависимости от оптимальной скорости в воздуховодах (нажать «высчитать скорость»);
 - путем ввода скорости самостоятельно (нажать «задать скорость»).
- 2) Добавить участок необходимого материала/сечения:
 - выбрать материал;
 - выбрать сечение (круглое, прямоугольное, квадратное);
 - нажать кнопку «Добавить участок» (участок добавится в таблицу).
- 3) Задать местные сопротивления на участке:
 - выбрать деталь воздуховода;
 - выбрать участок, на котором нужно добавить местное сопротивление;
 - нажать кнопку «Добавить деталь».
 - при необходимости ее можно удалить путем постановки галочки в таблице и нажатия на кнопку «Удалить деталь».
- 4) Задать необходимые параметры в таблице:
 - задать расход на соответствующем участке;

- задать длину участка;
- нажать кнопку «Расчет» (результатом будет служить ответ в графе «Требуемое сечение»);
- нажать кнопку «Подобрать» либо задать «Принятое сечение» самому;
- нажать кнопку «Расчет» и на основании «Принятого сечения» посчитаются все оставшиеся значения таблицы.

Результатами будут служить требуемая площадь, требуемое сечение, принятое сечение, эквивалентный диаметр воздухопроводов, фактическая скорость в воздуховоде, потери давления на 1 метр, общие потери давления на трение, значение местного сопротивления, динамическое давление, потери давления в местных сопротивлениях и общие потери давления на участках.

Результаты расчета приточной системы помещений горячего цеха представлены в таблице 17.

Расчетная схема для аэродинамического расчета системы ПЗ представлен на рисунке 6.

ПЗ

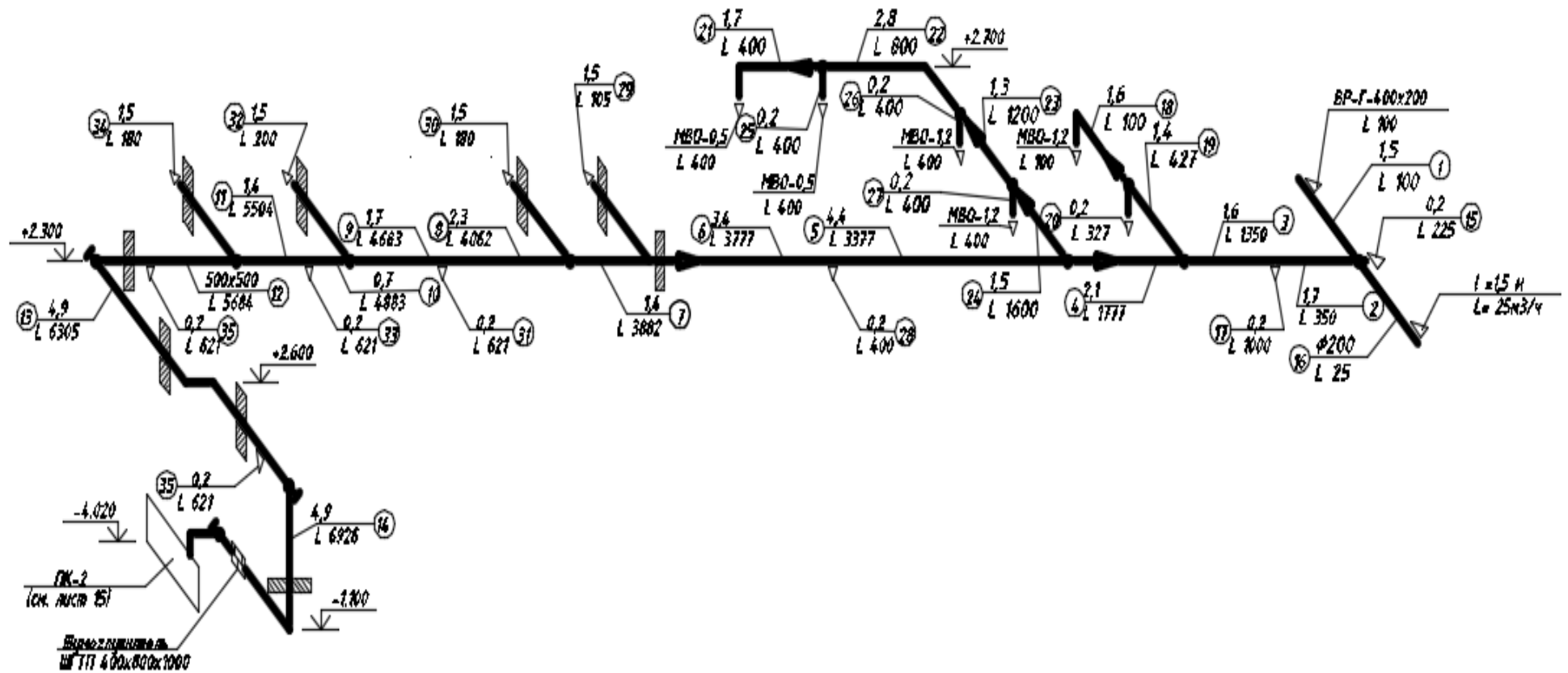


Рисунок 6 – Расчетная схема системы вентиляции в горячем цеху

Таблица 17 – Аэродинамический расчет системы вентиляции

№ уч-ка	Расход, м ³ /ч	Рекоменд. скорость, м/с	Требуемая площадь, м ²	Длина, м	Принятое сечение, мм	φ _{эжв} , мм	Скорость, м/с	Потери давления, Па/м	Потери на трение, Па	Вид местного сопротивления	Местное сопротив- ление, Па	Р _{дин} , Па	Р _м , Па	Общие потери, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Магистральный трубопровод														
1	100	4,5	0.0062	1,5	100	100	3,54	2,03	3	Колено П-образное 90; Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	4,2	7,5	31,5	34,5
2	350	4,5	0.0216	1,7	100x500	167	1,94	0.365	0.6	Тройник на проходе (нагнетание)x2	0.6	2,3	1,4	2
3	1350	4,5	0.0833	1,6	200x500	286	3,75	0.605	1	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	8,5	2,5	3,5
4	1777	4,5	0.1097	2,1	300x500	375	3,29	0.341	0.7	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	6,5	1,9	2,6
5	3377	4,5	0.2085	4,4	500x500	500	3,75	0.301	1,3	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	8,5	2,5	3,8
6	3777	4,5	0.2331	3,4	500x500	500	4,2	0.369	1,3	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	10,6	3,2	4,5
7	3882	4,5	0.2396	1,4	500x500	500	4,31	0.387	0.5	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	11,2	3,4	3,9
8	4062	4,5	0.2507	2,3	500x500	500	4,51	0.42	1	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	12,2	3,6	4,7
9	4683	5	0.2602	1,7	500x500	500	5,2	0.544	0.9	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	16,3	4,9	5,8
10	4883	6	0.2261	0,7	500x500	500	5,43	0.588	0.4	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	17,8	5,3	5,7
11	5504	6	0.2548	1,5	500x500	500	6,12	0.731	1	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	22,5	6,8	7,8
12	5684	6	0.2631	1,6	500x500	500	6,32	0.775	1,2	Тройник на проходе (нагнетание)	0.3	24	7,2	8,5

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13	6305	8	0.2189	4,9	300x1000	462	5,84	0,741	3,6	Тройник на проходе (нагнетание); Колено П – образное 4	7,2	20,5	147,6	151,2
14	6926	8	0.2405	4,9	400x800	533	6,01	0,653	3,2	Колено П-образное 90x3	6,5	21,7	149,7	152,9
													∑	360
15	225	1,50	0.0417	0.2	300x150	200	1,39	0,161	0	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	1,20	3,80	3,80
Невязка : $(\Delta P1 - \Delta P15) / \Delta P1 \cdot 100\% = 34,5 - 3,8 / 34,5 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P1 - \Delta P15) / \Delta P_{дин} = 30,7 / 3,2 = 9,6$														
16	25	4,50	0.0015	1,50	100x100	100	0,69	0,111	0.2	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	0,30	1,00	1,20
Невязка : $(\Delta P15 - \Delta P16) / \Delta P15 \cdot 100\% = 3,8 - 1,2 / 3,8 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P15 - \Delta P16) / \Delta P_{дин} = 2,6 / 3,2 = 0,8$														
17	1000	4,50	0.0617	0,20	400x200	267	3,47	0.574	0.1	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	7,20	23,00	23,10
Невязка: $(\Delta P2 - \Delta P17) / \Delta P2 \cdot 100\% = 2 - 23,1 / 2 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P2 - \Delta P17) / \Delta P_{дин} = 21,1 / 3,2 = 6,5$														
18	100	4,50	0.0062	1,60	100	100	3,54	2,30	3,20	Тройник на проходе (нагнетание) x2; Отвод круглый 90x2; Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	4,50	7,50	33,80	37,00
19	427	4,50	0.0264	1,60	200	200	3,78	0,96	1,50	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	4,50	8,60	38,70	20,30
Невязка: $(\Delta P3 - \Delta P19) / \Delta P3 \cdot 100\% = 3,5 - 20,3 / 3,5 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P3 - \Delta P19) / \Delta P_{дин} = 16,8 / 4,5 = 3,7$														
20	327	1,50	0.0606	0.2	280	280	1,48	0,12	0	Тройник на ответвление (нагнетание)	1,30	1,30	1,70	1,70
Невязка: $(\Delta P18 - \Delta P20) / \Delta P18 \cdot 100\% = 37 - 1,7 / 37 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P18 - \Delta P20) / \Delta P_{дин} = 36 / 1,3 = 27$														

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	400	4	0,0278	1,60	200,00	200	3,54	0,85	1,50	Приточная шахта с зонтом; Отвод круглый 90; Тройник на проходе (нагнетание)	1,81	7,50	13,06	15,10
22	800	4	0,0556	2,80	280,00	280	3,61	0,58	1,60	Тройник на проходе (нагнетание); Отвод круглый 90	0,51	7,80	4,00	5,60
23	1200	4	0,0833	1,30	355,00	355	3,37	0,38	0,50	Тройник на проходе (нагнетание); Тройник на ответвление (нагнетание)	1,60	6,80	10,90	11,40
24	1600	4	0,1111	1,50	400,00	400	3,54	0,36	0,50	Тройник на ответвление (нагнетание)	1,30	7,30	9,80	10,10
Невязка: $(\Delta P_4 - \Delta P_{24}) / \Delta P_4 \cdot 100\% = 2,6 - 10,5 / 2,6 = \text{более } 15\%$; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P_4 - \Delta P_{24}) / \Delta P_{\text{дин}} = 7,9 / 1,3 = 6$														
25	400	3,50	0,0317	0,20	225,00	225,00	2,79	0,48	0,10	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	4,70	15,00	15,10
Невязка : $(\Delta P_{21} - \Delta P_{25}) / \Delta P_{21} \cdot 100\% = 15,1 - 15,1 / 15,1 = 0\%$														
26	400	3,50	0,0317	0,20	250,00	250	2,26	0,29	0,10	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	3,10	9,10	10,00
Невязка: $(\Delta P_{22} - \Delta P_{26}) / \Delta P_{22} \cdot 100\% = 5,6 - 10 / 5,6 = \text{более } 15\%$; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P_{22} - \Delta P_{26}) / \Delta P_{\text{дин}} = 4,4 / 3,2 = 1,4$														
27	400	3,50	0,0317	0,2	225,00	225	2,79	0,48 1	0,1	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	4,70	15,00	15,10
Невязка: $(\Delta P_{23} - \Delta P_{27}) / \Delta P_{23} \cdot 100\% = 11,4 - 15,1 / 11,4 = \text{более } 15\%$; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P_{23} - \Delta P_{27}) / \Delta P_{\text{дин}} = 3,7 / 3,2 = 1,2$														

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
28	400	4	0,0278	0,20	200,00	200	5,54	0,85	0,20	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	7,50	24,00	24,20
Невязка: $(\Delta P5 - \Delta P28) / \Delta P5 \cdot 100\% = 3,8 - 24,2 / 3,8 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P5 - \Delta P28) / \Delta P_{\text{дин}} = 20,4 / 3,2 = 6,4$														
29	105	4	0,0073	1,50	100,00	100	3,71	2,21	3,30	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	8,50	26,60	29,90
Невязка: $(\Delta P6 - \Delta P29) / \Delta P56 \cdot 100\% = 4,5 - 29,9 / 4,5 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P6 - \Delta P29) / \Delta P_{\text{дин}} = 25,4 / 3,2 = 7,9$														
30	180	4	0,0125	1,50	140,00	140,00	3,25	1,14	1,70	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	6,40	20,50	22,20
Невязка: $(\Delta P7 - \Delta P30) / \Delta P7 \cdot 100\% = 3,9 - 22,2 / 3,9 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P7 - \Delta P30) / \Delta P_{\text{дин}} = 18,3 / 3,2 = 4,7$														
31	621	4	0,0431	0,20	250,00	250,00	3,51	0,64	0,10	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	7,40	23,70	23,80
Невязка: $(\Delta P8 - \Delta P31) / \Delta P8 \cdot 100\% = 4,7 - 23,8 / 4,7 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P8 - \Delta P31) / \Delta P_{\text{дин}} = 19,1 / 3,2 = 5,7$														
32	200	4	0,0139	1,50	140,00	140,00	5,61	1,38	2,10	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	7,80	25,00	27,10
Невязка: $(\Delta P9 - \Delta P32) / \Delta P9 \cdot 100\% = 5,8 - 27,1 / 5,8 =$ более 15% ; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P9 - \Delta P32) / \Delta P_{\text{дин}} = 21,3 / 3,2 = 6,7$														

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
33	621	4	0,0431	0,20	250,00	250,00	3,51	0,64	0,10	Тройник на ответвление (нагнетание); Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ	3,20	7,40	23,60	23,80
Невязка: $(\Delta P_{10}-\Delta P_{33})/\Delta P_{10} \cdot 100\%=5,7-23,8/5,7=\text{более } 15\%$; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P_{10}-\Delta P_{33})/\Delta P_{\text{дин}} = 17,3/3,2=5,4$														
34	180	2,5	0,02	1,50	160,00	160,00	2,49	0,60	0,90	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	3,70	11,80	12,70
Невязка: $(\Delta P_{11}-\Delta P_{34})/\Delta P_{11} \cdot 100\%=7,8-12,7/7,8=\text{более } 15\%$; Диафрагма регулирующая : $\xi = (\Delta P_{11}-\Delta P_{34})/\Delta P_{\text{дин}} = 4,9/3,2=1,5$														
36	621	4	0,0431	0,20	250,00	250,00	5,51	0,64	0,10	Решетка вентиляционная унифицированная типа РВ; Тройник на ответвление (нагнетание)	3,20	7,40	23,60	23,80

Аэродинамический расчет остальных систем произведен аналогично. Результаты расчетов представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты аэродинамического расчета систем вентиляции

	Обозначение системы	Наименование обслуживаемого помещения	Характеристика вентилятора	
			Расход воздуха, м ³ /ч	Потери давления в системе, Па
1	П1	Коридор, вестибюли и др.	1875	1100
2	П2	Фитнес-зал	800	230
3	П3	Горячий цех, подсобные помещения	6926	360
4	П4	Конференц-зал	1400	350
5	П5	Зал ресторана	8700	1400
6	В1	Административные помещения	2485	680
7	В3	Овощной цех	200	280
8	В4	Моечная яиц и оборотной тары	195	325
9	В5	Подсобные помещения	1380	450
10	В6	Горячий цех	4500	700
11	В7	Моечные	3000	500
12	В8	Конференц-зал	1400	500
13	В9	Помещение для отходов	200	320
14	В10	Зал ресторана	6000	670
15	В12	Санузлы в/о 12-13	200	280
16	В14	Душевые 1-ого этажа	300	250
17	В15	Санузлы гостиничных номеров	4400	860
18	В16	Санузлы гостиничных номеров	4720	860
19	В17	Санузлы гостиничных номеров	1440	600
21	В19	Санузлы в/о 10-11	75	240
22	В20	Санузлы в/о 10-11	20	260

В результате аэродинамического расчета определены размеры воздуховодов, по полученным потерям давления и расходу воздуха в системе выполнен подбор вентиляционного оборудования.

4.9 Подбор вентиляционного оборудования

В данном проекте подбор вентиляционного оборудования выполнен с помощью программного обеспечения фирмы производителя SistemAir и вентиляционного завода «Виктория» и приведен в приложении А.

Приточные системы вентиляционных установок, применяемые в проекте, состоят из следующих блоков:

- воздухозаборная решетка,
- воздушный клапан,
- фильтр тонкой очистки класса,
- вентилятор,
- водяной калорифер,
- шумоглушитель,
- система автоматики.

Для обеспечения оптимальных параметров микроклимата в помещении ресторана, конференц-зала, кабинет директора, парикмахерской и фитнес-зале запроектированы мульти-сплит система кондиционирования типа VRF. Всего запроектировано 13 наружных блоков, установленных на крыше здания и 30 внутренних блоков. Для отвода конденсата от внутренних блоков предусмотрена система дренажных трубопроводов.

Дренажные трубопроводы прокладываются с уклоном 0,03 от стояков. Подбор оборудования осуществлен с помощью программы подбора компании «MDV». Полученные результаты (характеристики блоков, диаметры фреоновых проводов, разветвители и т.д.) представлены в расчетной схеме приложения А.

Выводы по Разделу 4

Запроектированная система отопления отвечает действующим нормативным документам, она надежная и качественная.

Горизонтальная система отопления имеет такие достоинства как скрытый монтаж труб, отсутствие стояков, возможность поэтажного регулирования теплоснабжения.

Отопительные приборы – трубчатые стальные радиаторы обладают высокой теплоотдачей, эстетическим внешним видом, низкой ценой.

Терморегулирующие клапаны в системе отопления дают возможность без дополнительных затрат на электроэнергию управлять количеством теплоносителя в отопительном приборе.

Проектом предусмотрена насосная группа подмеса теплофикационной воды и теплоносителя из обратного трубопровода контура отопления, что исключает постоянство коэффициента смешения. При аварийном отключении тепловой сети циркуляция теплоносителя не прекращается, отсутствует возможность замерзания теплоносителя в системе.

В гостиничном комплексе запроектирована система вентиляция, которая обеспечивает подачу свежего воздуха и удаления отработанного из помещений, поддерживая в них комфортный микроклимат.

В нерабочее время приточные системы отключены, что соответственно снижает затраты на энергоснабжение.

Отсутствует организованный приток воздуха в гостиничные номера приточной системой, что обусловлено малой вместимостью гостиницы и поддержанием допустимых параметров в гостиницах категории две звезды, что так же способствует снижению затрат на тепло и электроэнергию.

5 Технико-экономическое обоснование

5.1 Энергетический паспорт объекта

Энергетический паспорт выполнен в соответствии с методикой и требованиями стандарта СТО НОП 2.1-2014 [24]. Настоящий стандарт устанавливает порядок расчета показателей энергетического паспорта проекта жилых и общественных зданий, методики определения годовых расходов энергии и ресурсов для установления класса энергетической эффективности.

По результатам проделанных расчетов был определен класс энергетической эффективности проектируемого здания гостиничного комплекса по таблице 19.

Таблица 19 - Классы энергосбережения жилых и общественных зданий при проектировании новых и реконструируемых зданий

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %	Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
A++	Очень высокий	Ниже -60	Экономическое стимулирование
A+		От -50 до -60 включительно	
A		От -40 до -50 включительно	
B+	Высокий	От -30 до -40 включительно	Экономическое стимулирование
B		От -15 до -30 включительно	
C+	Нормальный	От -5 до -15 включительно	Мероприятия не разрабатываются
C		От +5 до -5 включительно	
C-		От +15 до +5 включительно	

5.2 Архитектурно-планировочные и конструктивные решения

Здание представляет собой проект гостиничного комплекса, предназначенного для строительства в г. Н.Новгороде.

Здание гостиницы 5-ти этажное выполнено из монолитного железобетона с утеплителем из пенополиуретана и отделкой из фасадной штукатурки; пятиэтажное, бесчердачное, с неотапливаемым техническим подпольем.

Объемно-планировочные показатели:

- строительный объем отапливаемой части здания – 18 659,6 м³;
- полезная площадь здания – 5 425 м²;
- расчетная площадь помещений – 5 725,7 м²,
- высота здания от пола первого этажа до обреза вытяжной шахты – 17,5 м;
- общая площадь наружных ограждающих конструкций – 8926,8 м²;
- компактность здания – $A_{\text{огр.сум.}}/V_o = 8926,8/18\ 659,6 = 0,478\ \text{м}^{-1}$;
- площадь стен – 1062,17 м²;
- площадь покрытий – 2086,7 м²;
- площадь перекрытий над техническим подпольем – 2086,7 м²;
- площадь окон – 1307,3 м²;
- площадь входных наружных дверей – 14,4 м².

Расчетное количество людей – 100 посетителей гостиничных номеров и 20 человек обслуживающего персонала.

Рабочий день офисов и нежилых помещений первого этажа длительностью 8 ч при пятидневной рабочей неделе. Работа гостиницы круглосуточная. Ресторан при гостинице работает с 8 ч до 23:00.

Расчетные климатические параметры – приведены в Энергопаспорте.

Расчет теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций в соответствии с [1].

5.3 Расчет энергетических показателей

Трансмиссионные теплопотери через наружные ограждения за отопительный период, $Q_{огр}^{зод}$, кВт·ч:

$$Q_{огр}^{зод} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,416 \cdot 5812,3 \cdot 8926,8 = 518\,022 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период $Q_{инф/вент}^{год}$, кВт·ч:

$$Q_{инф/вент}^{год} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,174 \cdot 5812,3 \cdot 8926,8 = 216\,672 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Бытовые тепловыделения за отопительный период $Q_{быт}^{зод}$, кВт·ч:

$$Q_{быт}^{зод} = 0,024 \cdot 221 \cdot (15,6 \cdot 1356,6 + 6,07 \cdot 5725,7) = 296\,058,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период составят

$$Q_{тп}^{год} = 518\,022 + 216\,672 = 734\,694 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Теплопоступления через светопрозрачные части окон, витражей, балконных дверей и фонарей от солнечной радиации в течение отопительного периода $Q_{инс}^{год}$, кВт·ч, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям:

$$Q_{инс}^{год} = 0,8 \cdot 0,74 \cdot (107,1 \cdot 12 + 178,6 \cdot 551 + 11,4 \cdot 232 + 63,04 \cdot 232) = 48\,406 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Расчетный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания в течение отопительного периода при непрерывном и постоянном режиме отопления $Q_{от+вент}^{год,расч}$, кВт·ч:

$$Q_{от+вент}^{год,расч} = (518\,022 + 216\,672 - (296\,058,8 + 48\,406)) \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,11 = 524\,473 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Расчетный расход тепловой энергии зданий на отопление за отопительный период и инфильтрацию в нерабочее время:

$$Q_{огр+инф\cdot н.вр.}^{год,расч} = 152\,186 + 518\,022 = 670\,208 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

В разделе №7 Нагрузки энергетические и ресурсные были определена требуемая мощность системы отопления $Q_{от}^{п.тр}$, кВт, по формуле 20 [24]:

$$Q_{от.р.тр} = (1,1 \cdot 0,416 \cdot 8926,8 \cdot (24 - (31)) - 15,6 \cdot 5725,7) \cdot 1,11 \cdot 10^{-3} = 125,5 \text{ кВт.}$$

При этом проектная расчетная мощность системы отопления $Q_{от.р.тр} = 111,8 \text{ кВт}$. Следовательно, запас поверхности нагрева отопительных приборов системы отопления при рабочем режиме составляет $K_{зап} = 111,8 / 125,5 = 0,89$.

Установленную тепловую мощность приточной вентиляции $Q_{вент.р.тр}$, кВт, принимают как расчетный часовой расход тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию и кондиционирование воздуха при расчетной температуре наружного воздуха $t_{нр}$ из раздела «Отопление и вентиляция» проекта здания:

$$Q_{вент.р.тр} = (50 \cdot 0,46 \cdot (21 - (-31)) \cdot 0,336) / 1000 = 874,4 \text{ кВт.}$$

В разделе № 8 Годовые и удельные расходы энергии ресурсов определено годовое электропотребление зданием:

$$E_{сум.год} = 202 \cdot 608 + 0,73 + 40,672 = 244 \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

Электропотребление за средние сутки:

$$E_{эл.о/д.сут} = 244 \cdot 010 / 303 = 805 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Удельные годовые расходы энергии и ресурсов:

$$q_{от+вент.год} = 524 \cdot 473 / 5425 = 96,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

$$q_{от+инф.год} = 670 \cdot 208 / 5425 = 124 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

$$q_{вент.год} = 217000 / 5425 = 40 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2,$$

$$q_{эл.сум.год} = 244000 / 5425 = 26,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2.$$

В разделе №9 Энергетического паспорта был определен класс энергетической эффективности и определение соответствия его нормативным требованиям.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период определяют:

$q_{от+вент.год} = 524 \cdot 473 / 5425 = 96,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$, что ниже требований СП (EN ISO 13790:2008) [25]: $q_{от.тр} = 117,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$.

Класс энергетической эффективности проекта здания устанавливается в зависимости от величины отклонения расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от базового уровня требований энергетической эффективности в соответствии с таблицей 20. Величину отклонения δ , %, определяют по формуле 72 [24]:

$$\delta = (96,6 - 117,2) / 117,2 \cdot 100 = -17,6\% .$$

Следовательно, в соответствии с [24] запроектированное здание отвечает требованиям теплозащиты и энергосбережения в строительстве по классу энергетической эффективности «В» - высокий.

Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода с учетом использования бытовых (технологических) тепловыделений и теплопоступлений от солнечной радиации определяют по формуле 15 [1]:

$$Q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.расч}} = (518\,022 + 216\,672 - (296\,588 + 48\,406) \cdot 0,82 \cdot 0,95) \cdot 1,07 = 498\,560 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии:

$$q_{\text{от+вент.}}^{\text{пр.год.расч}} = 498\,560 / 5425 = 92 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

Это значение не превышает нормируемый базовый удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период 10% от $q_{\text{от}}^{\text{тр}} = 117,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, $q_{\text{от+вент.}}^{\text{год.пр}} = 1,1 \cdot 117 = 128,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что позволяет считать запроектированную систему вентиляции удовлетворяющей требованиям энергетической эффективности.

Результаты расчетов сведены и оформлены в энергетическом паспорте проекта в приложении Б.

Выводы по Разделу 5

В магистерской диссертации выполнен расчет энергетического паспорта гостиницы. Результаты расчетов показали, что проектируемый объект соответствует классу «В» энергетической эффективности, что свидетельствует о рациональном потреблении энергоресурсов в гостиничном комплексе.

6 Автоматизация системы отопления

Функции системы автоматизации отопления:

- регулирование температуры в системе отопления. Задание системе отопления формирует отопительный график, в котором задается зависимость температуры прямого и обратного отопления от температуры наружного воздуха. При этом вводится автоматическая коррекция при превышении температуры обратного отопления графика на задаваемую величину. Коррекция продолжается до тех пор, пока температура обратного отопления не выйдет на заданный уровень [26];

- выдача аварийного сигнала при превышении критической величины рассогласования регулятора;

- управление и контроль работы насосов отопления по схеме «основной резервный». Переключение работы насосов по времени или при отказе основного;

- защита насосов от «сухого» хода;

- ручное управление насосами (в комплектации с силовой частью).

Электропитание шкафа автоматики ИТП осуществляется от блока АВР, расположенного в шкафу «ЭОМ» теплового пункта. Для обеспечения безопасности шкаф автоматики, лотки и монтажные каналы, служащие для прокладки кабелей системы автоматизации должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ [27].

Система управления отоплением на основе текущих погодных условий состоит из нескольких основных компонентов, представленных на рисунке 7:

- управляющий контроллер,
- датчики температуры,
- регулирующий клапан с насосом.

Принцип работы контроллера основан на анализе данных с четырех температурных датчиков:

- датчик температуры внутреннего воздуха,
- датчик температуры наружного воздуха,
- датчик температуры на подающем трубопроводе системы отопления;
- датчик температуры на обратном трубопроводе системы отопления.

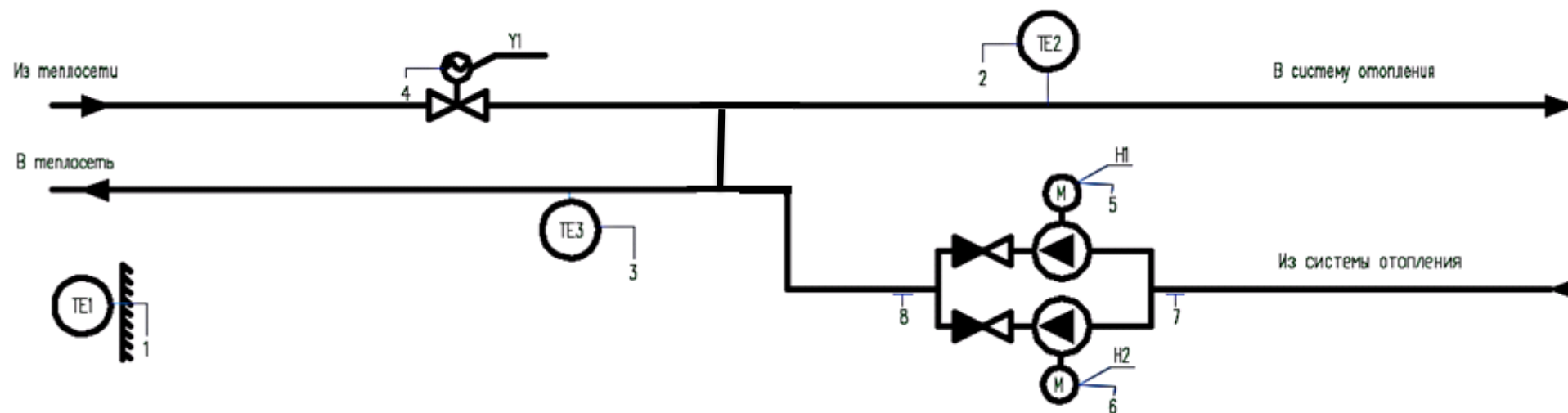
При увеличении или уменьшении температуры на улице контроллер дает команду исполнительным механизмам на закрытие или открытие и соответственно увеличение или уменьшение поступления теплофикационной воды из тепловой сети. Автоматика анализирует все данные и по специальным алгоритмам рассчитывает необходимую температуру.

Алгоритм поддержания температуры в зависимости от температуры наружно воздуха уже встроен в автоматику контроллера.

В процессе работы контроллер периодически, с определенным интервалом времени, опрашивает датчики температуры, измеряющие температуру теплоносителя, наружного воздуха и (или) воздуха внутри помещения при его наличии [28].

При увеличении или уменьшении температуры наружного воздуха контроллер дает команду исполнительному механизму на закрытие или открытие и соответственно увеличение или уменьшение поступления теплоносителя из тепловой сети. Шаговый двигатель приводит в движение конусную иглу, которая, перемещаясь, уменьшает или увеличивает площадь прохода теплоносителя.

В результате соответственно в систему отопления поступает больше охлажденного (использованного) теплоносителя из обратного трубопровода, если необходимо уменьшить температуру. Или меньше, если необходимо температуру в систему отопления дома увеличить.



Поз. Обозн.	Наименование	Кол.
	Приборы и средства автоматизации	
	Шкаф автоматизации	1
TE1	Датчик температуры наружного воздуха Pt1000, $-50 + 90^{\circ}\text{C}$	1
TE2, TE3	Датчик температуры воды погружной Pt1000, $-30 + 150^{\circ}\text{C}$	2
Y1	Исполнительный механизм $0(2)-10\text{B}$ или $4-20\text{mA}$ комплектно с клапаном	1
PDS1	Датчик перепада давления	1

Рисунок 7 – Автоматизированный узел системы отопления

Циркуляция осуществляется с помощью работы циркуляционных насосов отопления: НО1, НО2 (приложение В) [29].

Работа насосов может осуществляться в ручном и автоматическом режимах. Выбор режима осуществляется с помощью переключателей SA8 и SA9, расположенных на дверце шкафа автоматики. В автоматическом режиме управление оборудования контура отопления осуществляется с контроллера, согласно алгоритму. В ручном режиме управление осуществляется, минуя контроллер.

При переводе переключателей SA8 и SA8 в положение "Авт", соответствующий насос включается в работу в автоматическом режиме. При переводе переключателей SA8 и SA9 в положение "Руч", соответствующий насос включается в ручном режиме. В рабочем состоянии насос остается до изменения положения соответствующего переключателя SA8 и SA9.

При переводе переключателя SA8 и SA9 в положение "О", соответствующий насос выключается.

В автоматическом режиме управление оборудованием контура отопления осуществляется с контроллера согласно алгоритму: если температура в подающем трубопроводе отопления T_3 оказывается ниже требуемого значения, то постепенно открывается клапан с электроприводом Y2, и наоборот. Требуемое значение температуры в подающем трубопроводе отопления $T_{\text{под.от}}$ всегда зависит от температуры теплоносителя в трубопроводе первичного контура и формируется по отопительному графику (параметры графика устанавливаются в списках параметров) в зависимости от $T_{\text{нар. возд}}$ (но не выше заданного максимального значения) и от температуры в обратном трубопроводе отопления (T_4), с учетом коррекции (недельной, суточной) и с учетом величины смещения (местной с учетом коррекции или дистанционной).

«Циркуляционные насосы НО1 и НО2 работают поочередно в соответствии с графиком. Один насос остается в резерве, а другой работает. В случае сбоя (отсутствует перепад давлений) в работе одного насоса, запускается другой. При этом подается сигнал "Авария" для последующего осмотра и ремонта неисправного насоса. Если ни один из насосов не работает (обнаруживается посредством наличия перепада давления), активируется авария и закрывается клапан Y2 с электроприводом (функция безопасности). Обобщенный сигнал "Системная авария контуров" формируется контроллером контура отопления в следующих случаях:

- фактическая температура подачи в подающем трубопроводе отопления (Т3) отличается от заданной температуры подачи;
- работающий циркуляционный насос отопления не создает разницу давления»[30]

Рабочее состояние насосов НО1 и НО2 отражают лампочки: HL10, HL12, расположенные на дверце шкафа автоматики. При отключении насоса сигнал с соответствующей лампочки снимается. Аварийное состояние насосов отражают светодиодные лампочки HL11, HL13, расположенные на дверце шкафа автоматики. Постоянный контроль времени наработки насосов НО1 и НО2 производится только при автоматическом управлении насосами. Значения отслеживаются в списках параметров и необходимы для контроля периодов технического обслуживания насосов и их замены.

Регулирование клапаном Y2.

Согласно методике управление клапаном может быть осуществлено в ручном или в автоматическом режиме. Выбор режима работы осуществляется с помощью переключателя SA2, расположенного на дверце шкафа автоматики.

При переводе переключателя SA2 в положение "АВТ", управление клапаном Y2 выполняется в автоматическом режиме согласно ПИД-алгоритму: контроллер вырабатывает управляющее воздействие в

зависимости от величины рассогласования между текущим значением T_3 (температура в подающем трубопроводе отопления) и требуемым значением $T_{\text{под.от.}}$.

При переводе переключателя SA2 в положение "руч" или "0" управление клапаном Y2 прекращается, и он гарантированно закрывается в течение времени полного хода клапана. В данном режиме возможно управление клапаном Y2 вручную по месту с помощью кнопочного поста управления КПУ2.

Выводы по Разделу 6

Автоматизированная система отопления является обязательным требованием для присвоения зданию гостиницы класса В энергетической эффективности.

Оснащение автоматизированными системами управление тепловых узлов способствует экономии на энергоресурсах, работе теплопотребляющих систем согласно температурному графику и избежанию санкций от теплоснабжающих организаций.

Заключение

1. Была изучена нормативно-техническая литература. Выявлены наиболее встречающиеся проблемы при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования в гостиничных комплексах, главная из которых - необходимость проектирования инженерных систем по зонам с разными требованиями к параметрам микроклимата. Рассмотрены способы решения наиболее распространенных проблем.

2. Проведен патентный поиск, объектом исследования которого является – фанкойл. Определено, что развитие изобретений фанкойлов происходит за счёт понижения энергоёмкости и улучшения процессов автоматизации при обработке воздуха.

3. Для объекта исследования приняты следующие проектные решения инженерных систем: запроектирована двухтрубная горизонтальная система отопления с нижней разводкой и тупиковым движением теплоносителя, приточно-вытяжная система вентиляции с механическим побуждением, так же в проекте применяется естественная вытяжная вентиляция. Всего запроектировано 5 приточных установок и 16 механических вытяжных систем. Теплоизбытки в обеденном зале, конференц-зале, фитнес-зале, бизнес-центре, гостиничных номерах типа «люкс» будут компенсироваться за счёт систем кондиционирования типа VRF. Всего запроектировано 30 внутренних и 13 наружных блоков систем типа VRF. Выполнены гидравлический и аэродинамический расчеты инженерных систем. Выполнен подбор современного оборудования систем вентиляции, отопления и кондиционирования.

4. В магистерской диссертации выполнен расчет энергетического паспорта гостиницы. Результаты расчетов показали, что проектируемый объект соответствует классу «В» (высокий) энергетической эффективности, что свидетельствует о рациональном потреблении энергоресурсов в гостиничном комплексе.

Список используемой литературы

1. СП 50.13330.2012. – Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 07. –01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 20.09.2018).
2. СП 131.1330.2012.–Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01. – 01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
3. ГОСТ 30494 -2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. - Введ. 2013.- 01. –01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011> (дата обращения: 20.09.2018).
4. СП 118.13330.2012. – Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-09 [Электронный ресурс]. - Введ. 2014.- 09. – 01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705> (дата обращения 20.09.2018).
5. СП 60. 13330.2016. – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2017.- 06. – 17. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205> (дата обращения 10.10.2018).
6. СП 257.1325800.2016. – Здания гостиниц. Правила проектирования [Электронный ресурс]. - Введ. 2017.- 04. –01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456040113> (дата обращения: 10.10.2019).
7. СП 160.1325800.2014. – Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования [Электронный ресурс]. - Введ. 2014.- 09. –01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113272> (дата обращения: 10.11.2019).
8. СП 51.13330.2011. – Защита от шума. Актуализированная версия СНиП 23-03-2003 [Электронный ресурс]. - Введ. 2011.- 05. -20. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения: 10.11.2019).

9. Mohammadi A, Kasacian A, Pourfayaz F, Ahmadi M.H. Thermodynamic analysis of a combined gas turbine, ORC cycle and absorption refrigeration for a CCHP system. *Applied Thermal Engineering*. 2017; 111: 297 – 406.

10. Green Hotlier. Environmental management for hotels. International Tourism Partnership, 2014. URL : <https://www.mdpi.com/2073-4433/7/4/54/htm>

11. Mago P.J, Chamra L.M, Hueffed A. A review on energy, economical, and environmental benefits of the use of CHP systems for small commercial buildings for the North American climate. *Int. j. Energy Res*. 2009; 33: 1252 – 1265.

URL: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2019/17/mateconf_rsce18_06006

12. X. Gao, D. Zhang, “Analysis of the rule of influence of hotel occupancy ratio on energy consumption”, *Electric Technology and Civil Engineering (ICETCE)*, 2011 International Conference on. IEEE,1009-1014. 2011

13. Система вентиляции и кондиционирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ventbazar.ua/blog/ofis-185-m2-sistema-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya.html>

14. V. Filimonau, J. Dickinson, D. Robbing, “Reviewing the carbon footprint analysis of hotels: Life Cycle Energy Analysis (LCEA) as a holistic method for carbon impact appraisal of tourist accommodation” *Journal of cleaner production* 17/18,1917-1930, 2011.

15. Проектирование и монтаж систем вентиляции ресторанов [Электронный ресурс] – URL: http://group-pik.ru/services/ventilyatsiya_restoranov/ (дата обращения: 02.02.2020).

16. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке [Электронный ресурс] – URL: <http://xn--80ac1bdfb.com.ua/category/ventilyaciya/> (дата обращения: 02.02.2020).

17. Вентиляция салонов красоты и парикмахерских [Электронный ресурс] – URL: <https://ecoenergovent.ru/info/ventilyaiya-salonor-krasoty-i-parikmaherskih> (дата обращения: 30.03.2020).

18. Для чего нужна вентиляция в солярии и салоне красоты [Электронный ресурс] – URL: https://vozduhstroy.ru/ventilyaciya/solyariya.html#h2_5 (дата обращения: 19.05.2019).

19. СанПиН 2.1. 3. 2630 -10. – Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность (с изменениями на 10 июня 2016 года) [Электронный ресурс]. - Введ. 2010.- 05. – 18. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902217205> (дата обращения 16.01.2019).

20. Покотилев В.В. Системы водяного отопления: пособие / В.В. Покотилев. - Вена: собственное издательство, 2008. 159 с.

21. СП (EN ISO 13790:2008) Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения [Электронный ресурс]. - Введ. 2010.- 05. – 18. – URL: <https://www.iso.org/standard/41974.html> (дата обращения: 16.04.2020).

22. Павлов В. В., Баркалов Б. В. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха : справочник проектировщика. М. : Стройиздат, 1992. 416 с.

23. Р НП "АВОК" 7.3-2007 Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания [Электронный ресурс]. - Введ. 2017.- 06. – 6. URL: <http://www.gosthelp.ru/text/RNPAVOK732007Ventilyaciya.html> (дата обращения: 11.05.2020).

24. СТО НОП 2.1 -2014 Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания [Электронный ресурс]. – Введ. 2014.- 06. -04. URL:

https://www.abok.ru/for_spec/norm_doc/passport.pdf (дата обращения: 11.05.2020).

25. СП (EN ISO 13790:2008) Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления тепловой энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения [Электронный ресурс]. - Введ. 2010.-05. – 18. – URL: <https://www.iso.org/standard/41974.html> (дата обращения: 16.04.2020).

26. Автоматика и автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции: учебник / А.А. Колмаков [и др.]; под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1986. 479 с.

27. Мухин О.А. Автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции [Текст] : учеб. пособие для вузов. - М. : Выш. шк., 1986. – 304 с.

28. Фокин С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст] : учеб. пособие / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. – М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368с.

29. Сканави А.Н. Отопление [Текст] : учебник / А.Н. Сканави, Л.М. Махов. - М. : АСВ, 2002. 576 с.

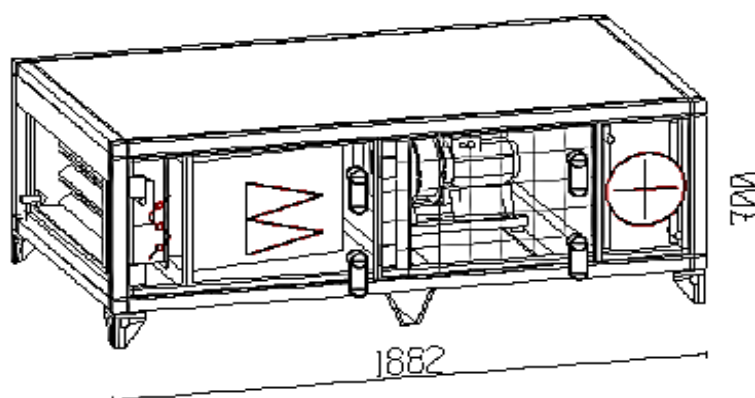
30. Ляпина И.Ю. Организация и технология гостиничного обслуживания: Учебник. - М. : Профобриздат, 2001. 216 с.

Приложение А

Результаты подбора систем вентиляции

Проект Гостиничный комплекс в г. Нижний Новгород Дата 20.04.2020
 Номер системы П1/ Страница 1/6

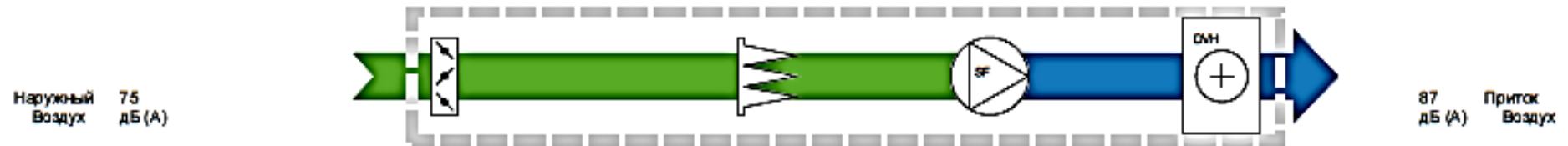
Unit no.: 10
 Geniox 10.05
 Вес: 222 / кг
 Ширина агрегата: 1082 / мм



Данные о воздухе/вентиляторе	Приточный воздух	Агрегаты
Расход воздуха	0.56	м3/с
Скорость в сечении агрегата	1.31	м/с
Внешнее давление	1310	Па
Скорость вентилятора	4309	об/мин
Двигатель; Напряжение; Расчетный ток, А	1.50; 3x400; 3.06	кВт/В/А
Шум к окружению	62 дБ (А)	
Фильтр Приток / Вытяжка	F7 - ePM1 60% /	
Нагрев, вода	35.8 кВт ; -31.0/22.0°C	
Параметры	70/50°C ; 12.6 кПа ; 0.44 л/с ; 1" / 1" Соединения труб	

Рисунок А.1 – Подбор приточной системы вентиляции для системы П1

Продолжение Приложения А



Температура после [°C]	-31.0	-31.0	-31.0	-31.0	22.0	22.0
Влажность после [%]	85	85	85	85	1	1
Падение давления [па]	100	1	90	28	18	1210
Давление после [па]	-100	-101	-191	1228	1210	-
			F7 - ePM1 80% Фильтр	Эффективность 74.3% (П	35.78 kW	
Температура после [°C]	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
Влажность после [%]	78	78	78	78	78	78

Рисунок А.2 – Параметры воздуха в системе П1

Продолжение Приложения А

I-d диаграмма

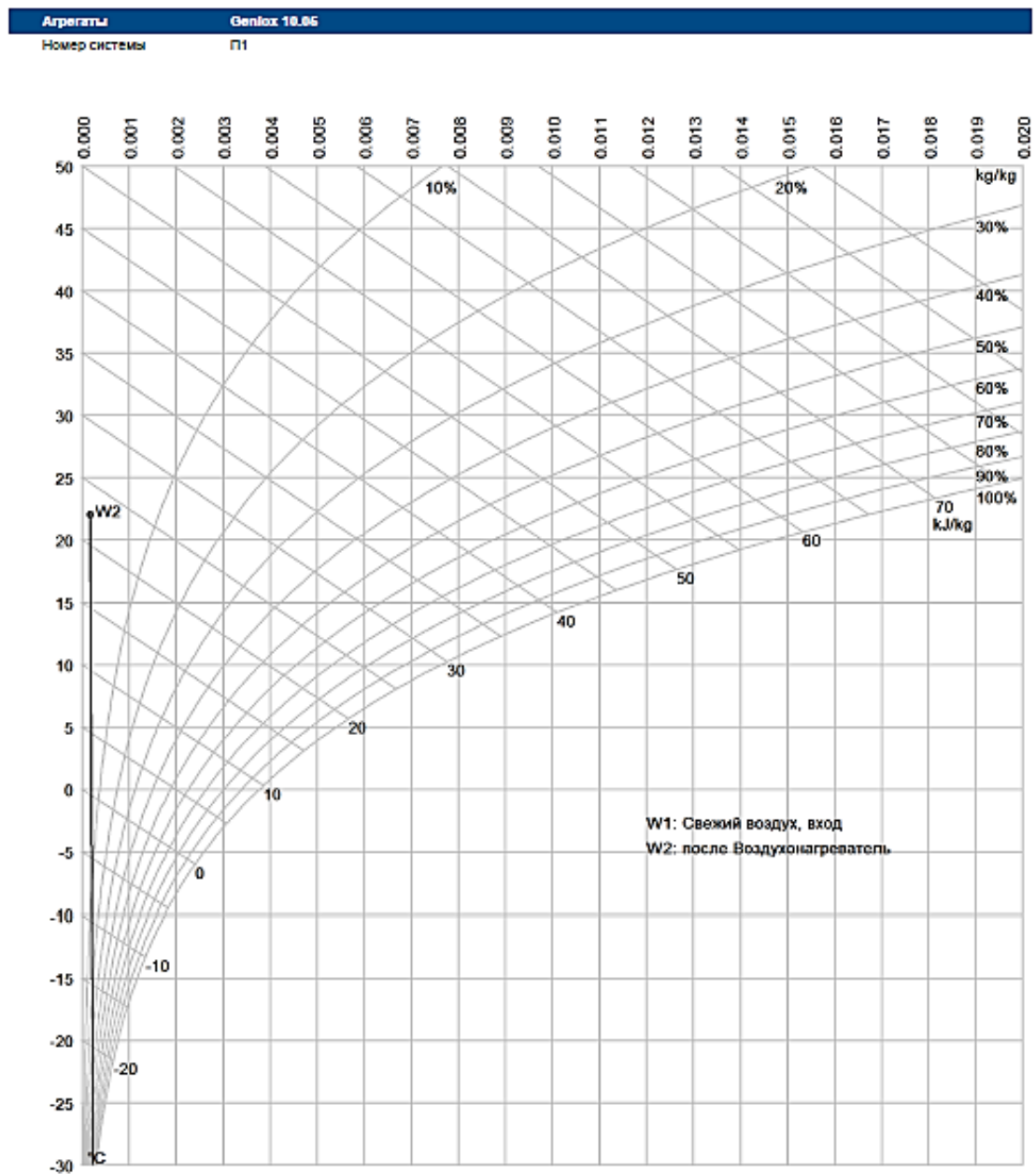
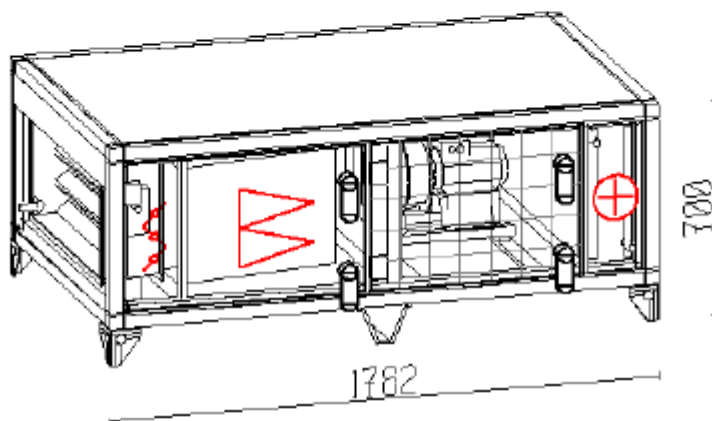


Рисунок А.3 - Построение процесса нагрева воздуха на I-d диаграмме для систем П1-П5

Продолжение Приложения А

Предложение №	Nopame	Unit no. 20
Проект	Гостиничный комплекс в г. Нижний Новгород	Дата 20.04.2020
Номер системы	П2/	Страница 1/8

Unit no.: 20
 Geniox 10.05
 Вес: 204 / кг
 Ширина агрегата: 1082 / мм

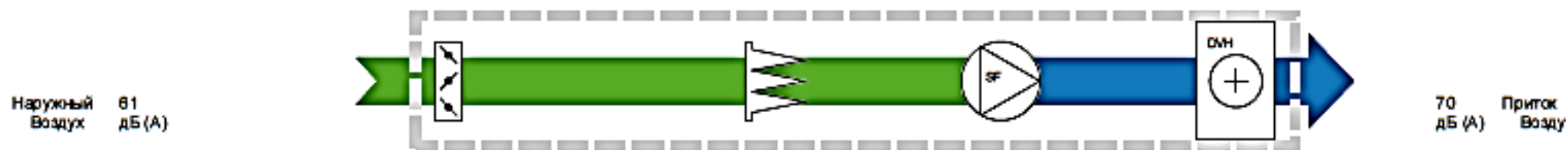


Данные о воздухе/вентиляторе	Приточный воздух	Агрегаты	
Расход воздуха	0.24	м3/с	
Скорость в сечении агрегата	0.56	м/с	
Внешнее давление	353	Па	
Скорость вентилятора	2201	об/мин	
Двигатель; Напряжение; Расчетный ток, А	0.75; 3x400; 1.64	кВт/В/А	
Шум к окружению	46 дБ (А)		
Фильтр Приток / Вытяжка	F7 - ePM1 60% /		
Нагрев, вода	15.3 кВт; -31.0/22.0°C		
Параметры 70/50°C ; 8.7 кПа ; 0.19 л/с ; 3/4" / 3/4" Соединения труб			
Энергия	Определение размеров	Средние	Вентиляторы (кВтч/год)
SFP, чистые фильтры, с част. преобр.	0.96 кВт/(м3/с)	0.96 кВт/(м3/с)	2019 кВт
SFPe, с паден.давлен. на фильтрах и част.преобр	1.00 кВт/(м3/с)	1.00 кВт/(м3/с)	2104 кВт
SFPe, с фильтрами без частотного преобразователя	0.95 кВт/(м3/с)	0.95 кВт/(м3/с)	1999 кВт
	2018		
Ecodesign соответствует	Да		



Рисунок А.4 - Подбор приточной системы вентиляции для системы П2

Продолжение Приложения А



Температура после [°C]	-31.0	-31.0	-31.0	-31.0	20.0	20.0
Влажность после [%]	90	90	90	90	1	1
Падения давления [па]	100	0	32	5	3	253
Давление после [па]	-100	-100	-132	256	253	-
			F7 - ePM1 80% Фильтр	Эффективность 80.8% (П)	14.75 kW	
Температура после [°C]	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
Влажность после [%]	60	60	60	60	60	60

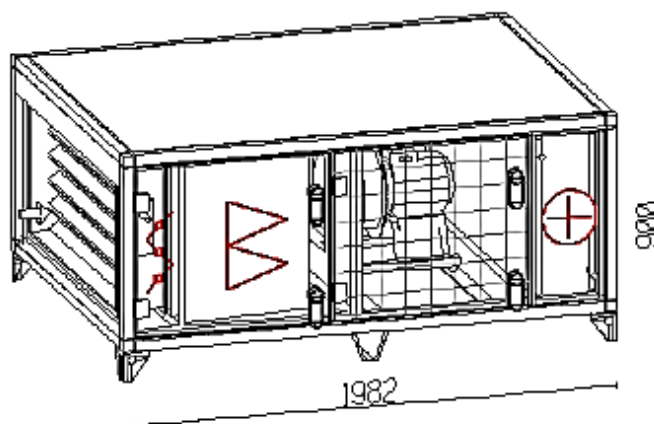
Рисунок А.5 – Параметры воздуха в системе П1

Продолжение Приложения А

Предложение № Noname
 Проект Гостиничный комплекс в г. Н.Новгород
 Номер системы ПЗ/

Unit no. 10
 Дата 20.04.2020
 Страница 1/8

Unit no.: 10
 Geniox 14.07
 Вес: 344 / кг
 Ширина агрегата: 1482 / мм

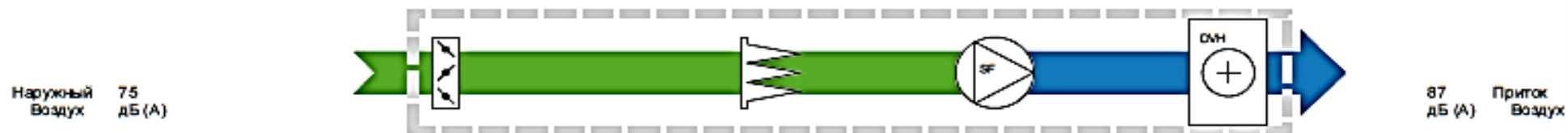


Данные о воздушном потоке	Приточный воздух	Агрегаты	
Расход воздуха	1.92	м ³ /с	
Скорость в сечении агрегата	2.19	м/с	
Внешнее давление	460	Па	
Скорость вентилятора	2424	об/мин	
Двигатель; Напряжение; Расчетный ток, А	3.00; 3x400; 6.02	кВт/В/А	
Шум в окружаю	63 дБ (А)		
Фильтр Приток / Выгвозка	F7 - ePM1 60% /		
Нагрев, вода	113.3 кВт ; -31.0/19.0°C		
Параметры	70/50°C ; 14.4 кПа ; 1.38 л/с ; 1 1/4" / 1 1/4" Соединения труб		
Энергия	Определенные размеры	Среднее	Вентиляторы (кВтч/год)
SFP, чистые фильтры, с част. преобр.	1.10 кВт/(м ³ /с)	1.10 кВт/(м ³ /с)	18567 кВт
SFPE, с падением давлен. на фильтрах и част. преобр	1.18 кВт/(м ³ /с)	1.18 кВт/(м ³ /с)	19863 кВт
SFPE, с фильтрами без частотного преобразователя	1.12 кВт/(м ³ /с)	1.12 кВт/(м ³ /с)	18870 кВт
	2018		
Ecodesign соответствует	Да		



Рисунок А.6 - Подбор приточной системы вентиляции для системы ПЗ

Продолжение Приложения А



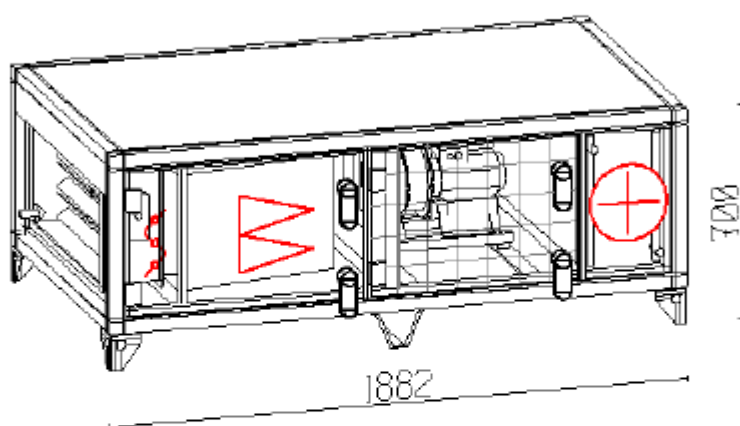
Температура после [°C]	-31.0	-31.0	-31.0	-31.0	18.0	18.0
Влажность после [%]	90	90	90	90	1	1
Падение давления [па]	100	3	119	53	32	360
Давление после [па]	-100	-103	-223	392	360	-
			F7 - ePM1 60% Фильтр	Эффективность 78.9% (П	113.34 kW	
Температура после [°C]	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
Влажность после [%]	60	60	60	60	60	60

Рисунок А.7 – Параметры воздуха в системе ПЗ

Продолжение Приложения А

Предложение №	Noname	Unit no. 10
Проект	Гостиничный комплекс в г. Н.Новгород	Дата 20.04.2020
Номер системы	П4/	Страница 1/8

Unit no.: 10
 Geniox 10.05
 Вес: 213 / кг
 Ширина агрегата: 1082 / мм

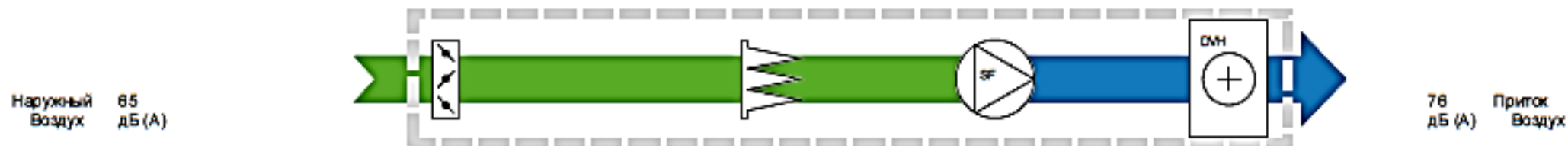


Данные о воздуховентиляторе	Приточный воздух		Агрегаты
Расход воздуха	0.43		м3/с
Скорость в сечении агрегата	1.01		м/с
Внешнее давление	485		Па
Скорость вентилятора	2900		об/мин
Двигатель; Напряжение; Расчетный ток, А	0.75; 3x400; 1.64		кВт/В/А
Шум к окружению	52 дБ (А)		
Фильтр Приток / Вытяжка	F7 - ePM1 60% /		
Нагрев, вода	25.4 кВт ; -31.0/18.0°C		
Параметры	70/50°C ; 11.9 кПа ; 0.31 л/с ; 3/4" / 3/4" Соединения труб		
Энергия	Определение размеров	Среднее	Вентиляторы (кВтч/год)
BFP, чистые фильтры, с част. преобр.	1.01 кВт/(м3/с)	1.01 кВт/(м3/с)	3796 кВт
BFPe, с паден давлен. на фильтрах и част.преобр	1.06 кВт/(м3/с)	1.06 кВт/(м3/с)	4008 кВт
BFPe, с фильтрами без частотного преобразователя	1.01 кВт/(м3/с)	1.01 кВт/(м3/с)	3808 кВт
	2018		
Ecodesign соответствует	Да		



Рисунок А.8 - Подбор приточной системы вентиляции для системы П4

Продолжение Приложения А



Температура после [°C]	-31.0	-31.0	-31.0	-31.0	18.0	18.0
Влажность после [%]	65	65	65	65	1	1
Падение давления [па]	100	1	64	17	7	385
Давления после [па]	-100	-101	-165	392	385	-
			F7 - ePM1 60% Фильтр	Эффективность 77.2% (П)	25.38 kW	

Температура после [°C]	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
Влажность после [%]	65	65	65	65	65	65

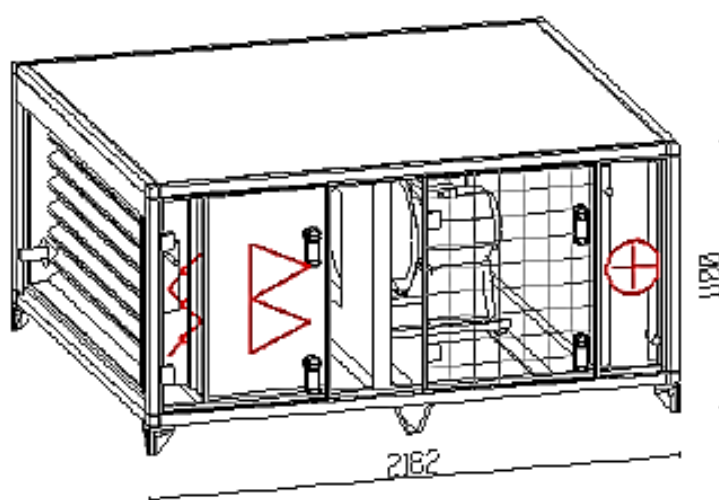
Рисунок А.9 – Параметры воздуха в системе П4

Продолжение Приложения А

Предложение № 1
 Проект Гостиничный комплекс
 Номер системы П5/

Unit no. 10
 Дата 20.04.2020
 Страница 1/8

Unit no.: 10
 Geniox 18.09
 Вес: 565 / кг
 Ширина агрегата: 1882 / мм

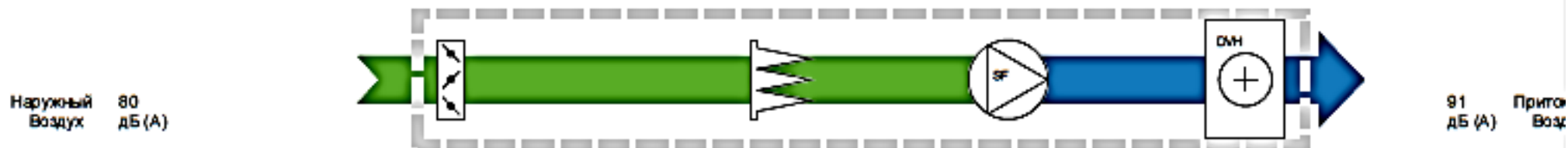


Данные о воздуховентиляторе	Приточный воздух	Агрегаты	
Расход воздуха	2.66	м3/с	
Скорость в сечении агрегата	1.79	м/с	
Внешнее давление	1640	Па	
Скорость вентилятора	2385	об/мин	
Двигатель; Напряжение; Расчетный ток, А	11.00; 3x400; 20.44	кВт/В/А	
Шум к окружению	67 дБ (А)		
Фильтр Приток / Вытяжка	F7 - ePM1 60% /		
Нагрев, вода	169.8 кВт ; -31.0/22.0°C		
Параметры	70/50°C ; 14.1 кПа ; 2.07 л/с ; 1 1/2" / 1 1/2" Соединения труб		
Энергия	Определение размеров	Среднее	Вентиляторы (кВтч/год)
SFP, чистые фильтры, с част. преобр.	2.82 кВт/(м3/с)	2.82 кВт/(м3/с)	65634 кВт
SFPe, с паден.давлен. на фильтрах и част.преобр	2.89 кВт/(м3/с)	2.89 кВт/(м3/с)	67414 кВт
SFPe, с фильтрами без частотного преобразователя	2.75 кВт/(м3/с)	2.75 кВт/(м3/с)	64043 кВт
	2018		
Ecodesign соответствует	Да		



Рисунок А.10 - Подбор приточной системы вентиляции для системы П5

Продолжение Приложения А



Температура после [°C]	-31.0	-31.0	-31.0	-31.0	22.0	22.0
Влажность после [%]	85	85	85	85	1	1
Падения давления [па]	100	2	117	40	23	1540
Давление после [па]	-100	-102	-219	1583	1540	-
			F7 - ePM1 80% Фильтр	Эффективность 78.1% (П)	189.85 kW	
Температура после [°C]	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
Влажность после [%]	78	78	78	78	78	78

Рисунок А.11 – Параметры воздуха в системе П5

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВР-80-70.2-2,8-100-1,1-3000

Заданные параметры $Q = 2734 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 770 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 2760 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 784.7 \text{ Па}$

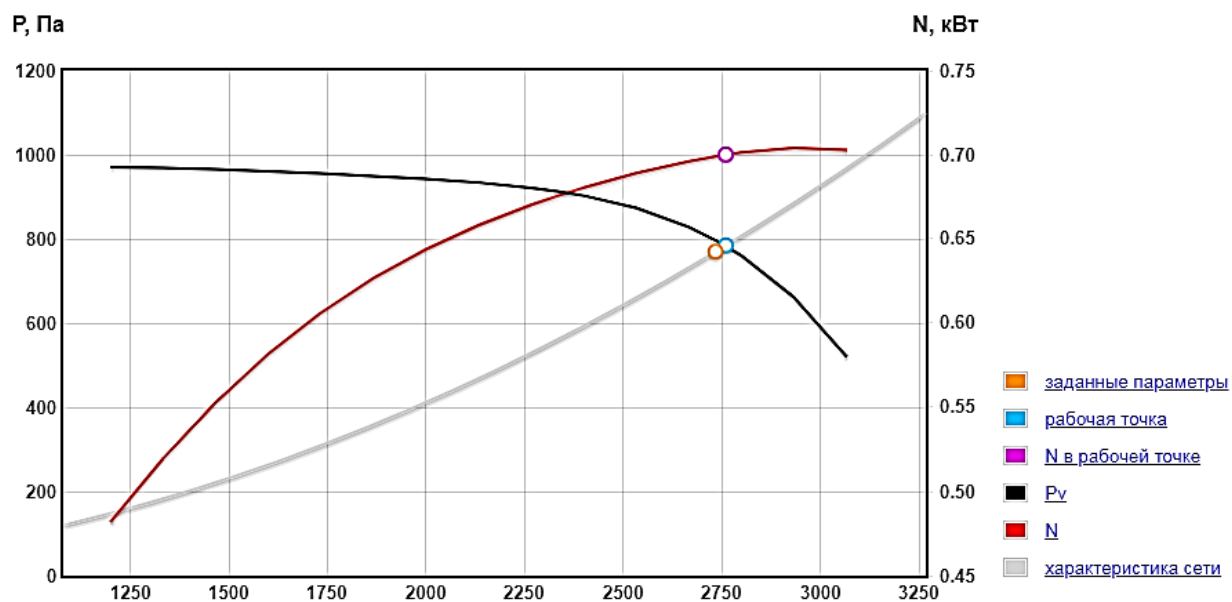


Рисунок А.12 - Подбор вентилятора для системы В1

Вентилятор ВРК-2-100-0,18-3000

Заданные параметры $Q = 220 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 350 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 225.2 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 366.7 \text{ Па}$

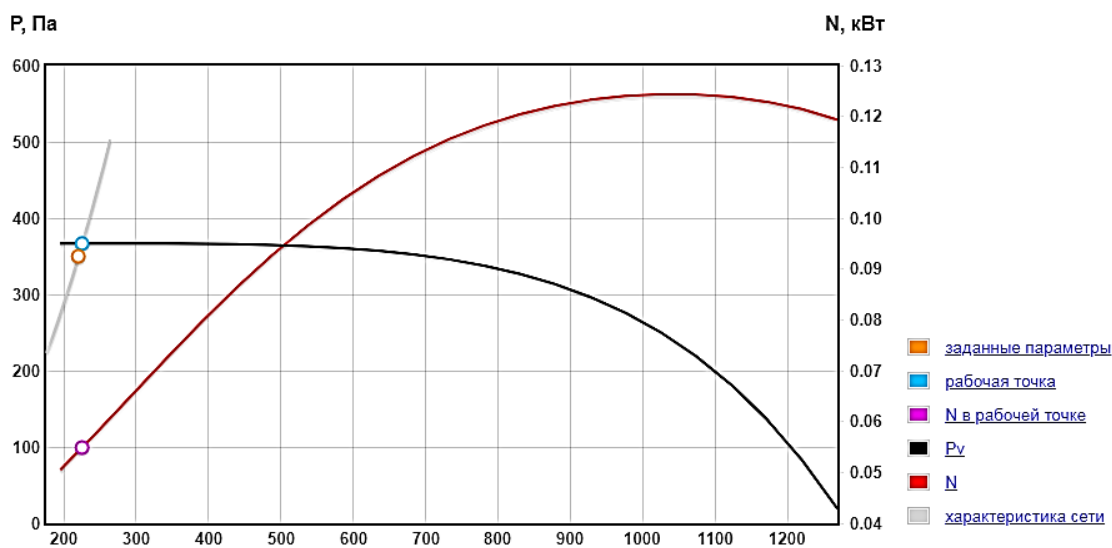


Рисунок А.13 - Подбор вентилятора для системы В3, В4, В9, В12

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВР-80-70-4-095-0,55-1500

Заданные параметры $Q = 1518 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 385 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 1567.7 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 410.6 \text{ Па}$

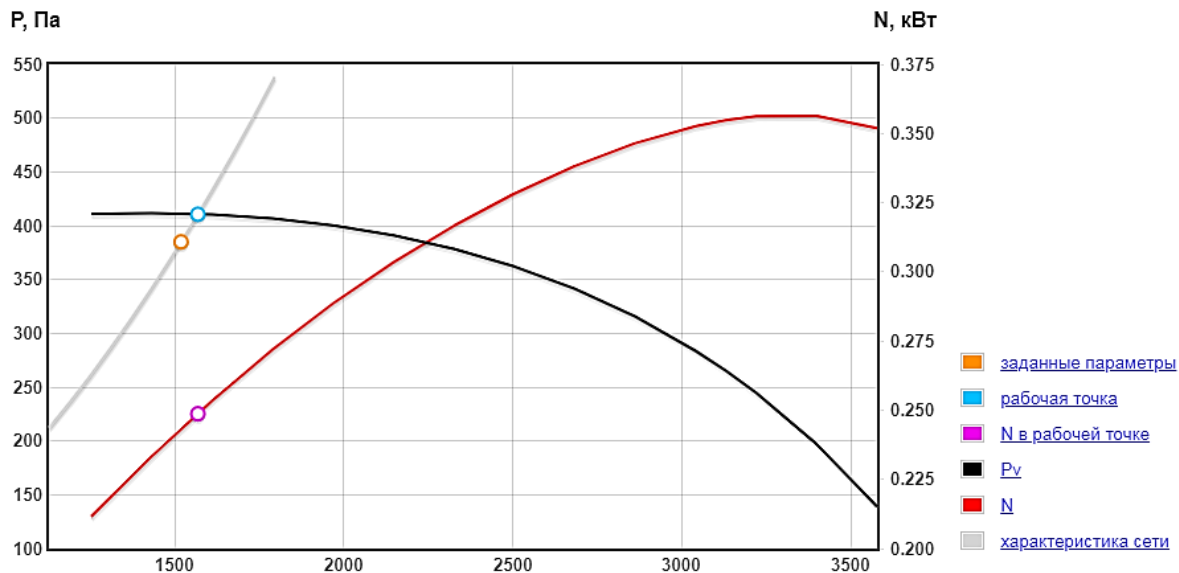


Рисунок А.14 - Подбор вентилятора для системы В5

Вентилятор ВР-80-70-5,6-090-2,2-1500

Заданные параметры $Q = 4950 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 770 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 4960.8 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 773.4 \text{ Па}$

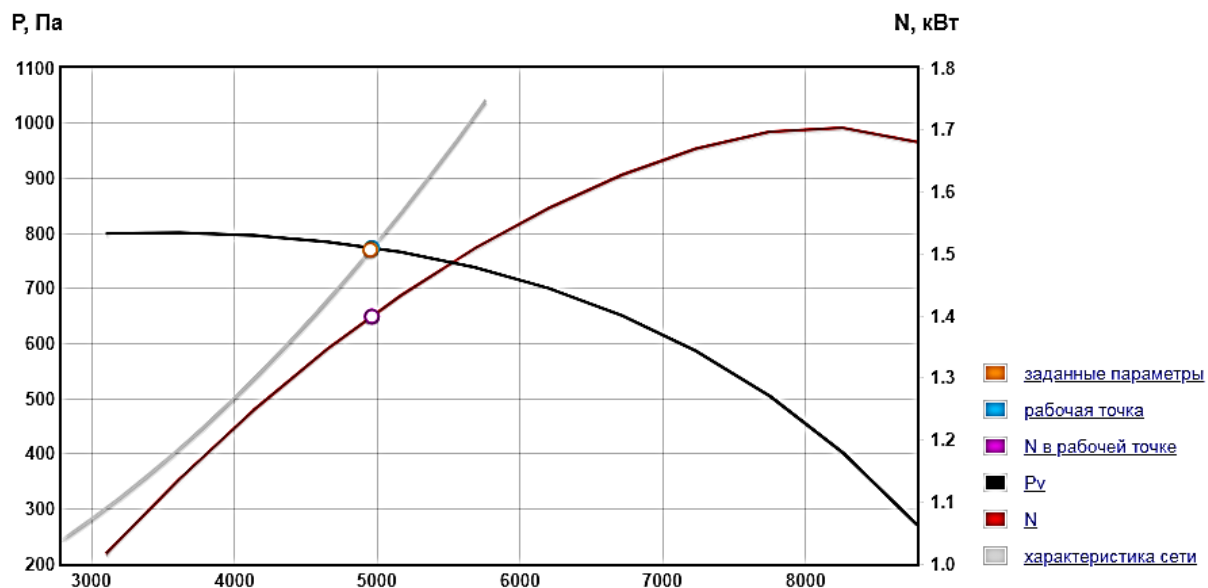


Рисунок А.15 - Подбор вентилятора для системы В6

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВР-280-46-2,8-1,5-1500

Заданные параметры $Q = 3300 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 770 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 3309.2 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 774.3 \text{ Па}$

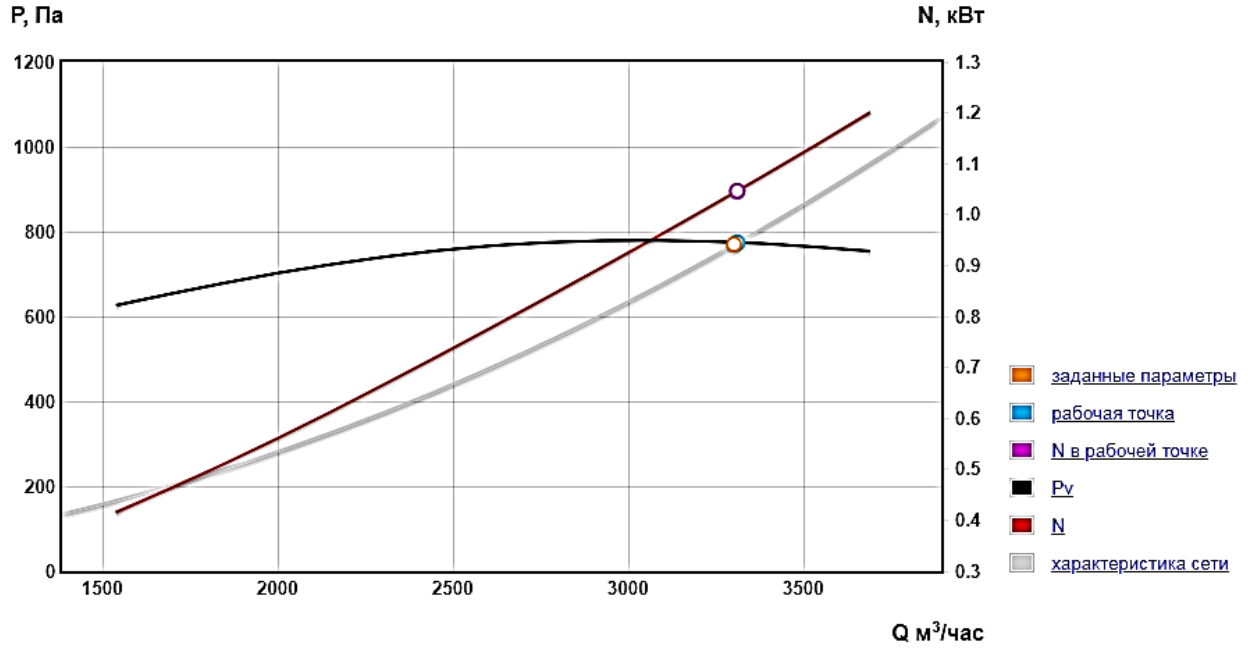


Рисунок А.16 - Подбор вентилятора для системы В7

Вентилятор ВР-80-70.2-2,5-095-0,55-3000

Заданные параметры $Q = 1540 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 550 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 1583.6 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 581.6 \text{ Па}$

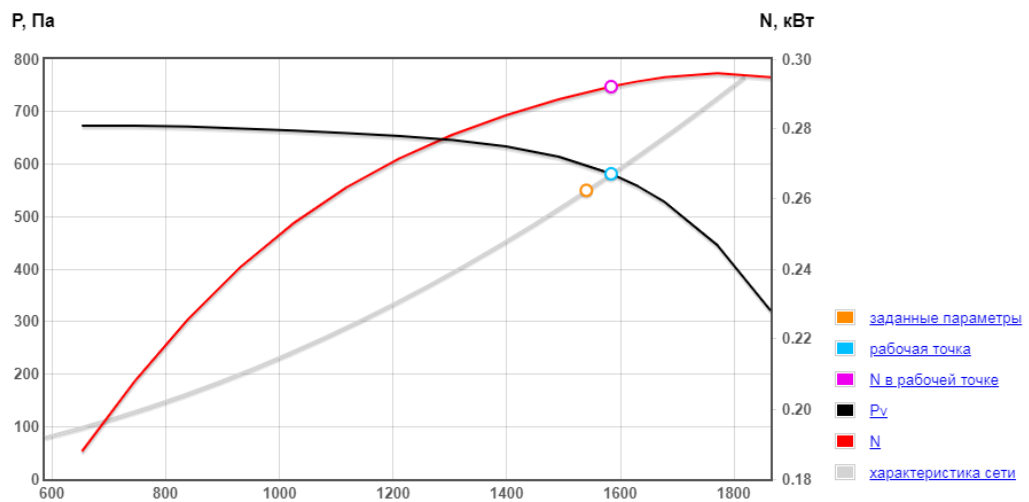


Рисунок А.17 - Подбор вентилятора для системы В8

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВР-80-70-7,1-100-3-1000

Заданные параметры $Q = 6600 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 670 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 6799.4 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 711.1 \text{ Па}$

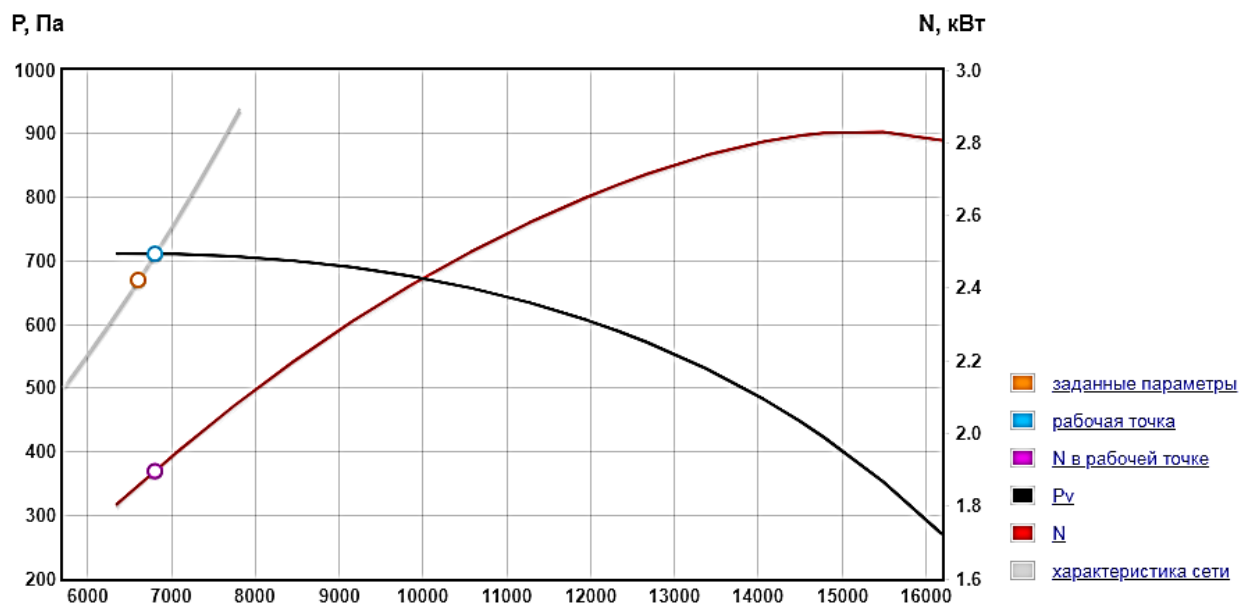


Рисунок А.18 - Подбор вентилятора для системы В10

Вентилятор ВР-80-70-5,6-095-3-1500

Заданные параметры $Q = 4840 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 860 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 4911.7 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 885.7 \text{ Па}$

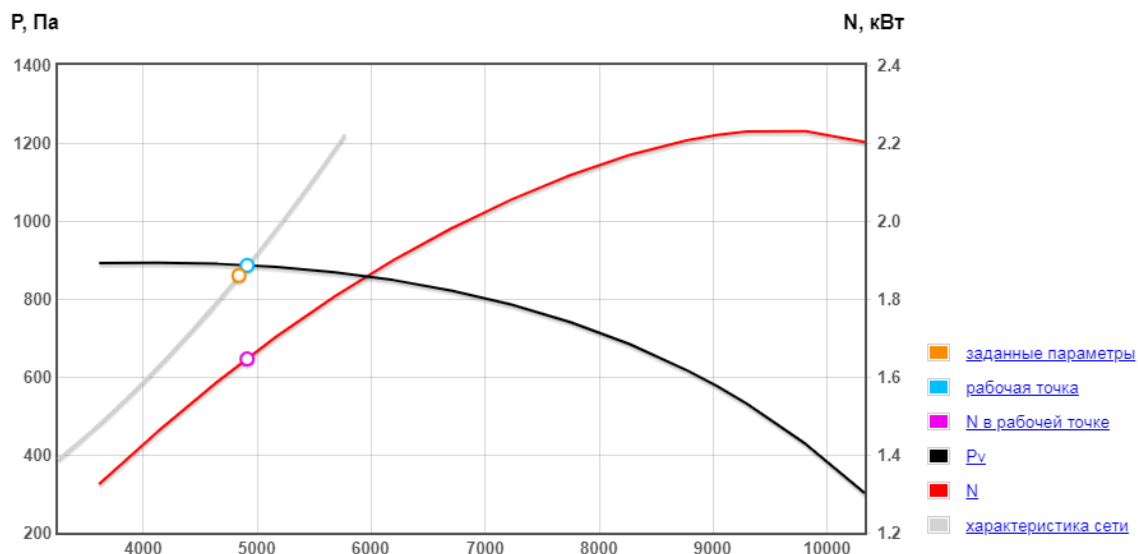


Рисунок А.18 - Подбор вентилятора для системы В15

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВРК-1,8-100-0,18-3000

Заданные параметры $Q = 330 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 275 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 342.3 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 295.9 \text{ Па}$

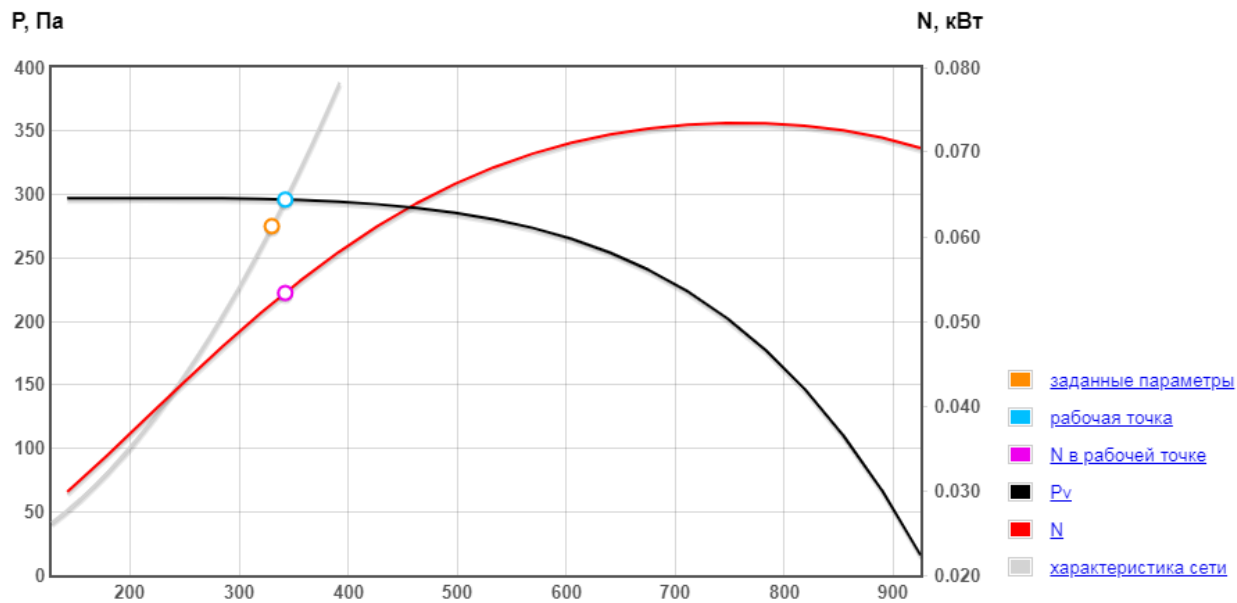


Рисунок А.19 - Подбор вентилятора для системы В14

Вентилятор ВР-80-70-5,6-100-4-1500

Заданные параметры $Q = 5192 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 950 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 5291.2 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 986.6 \text{ Па}$

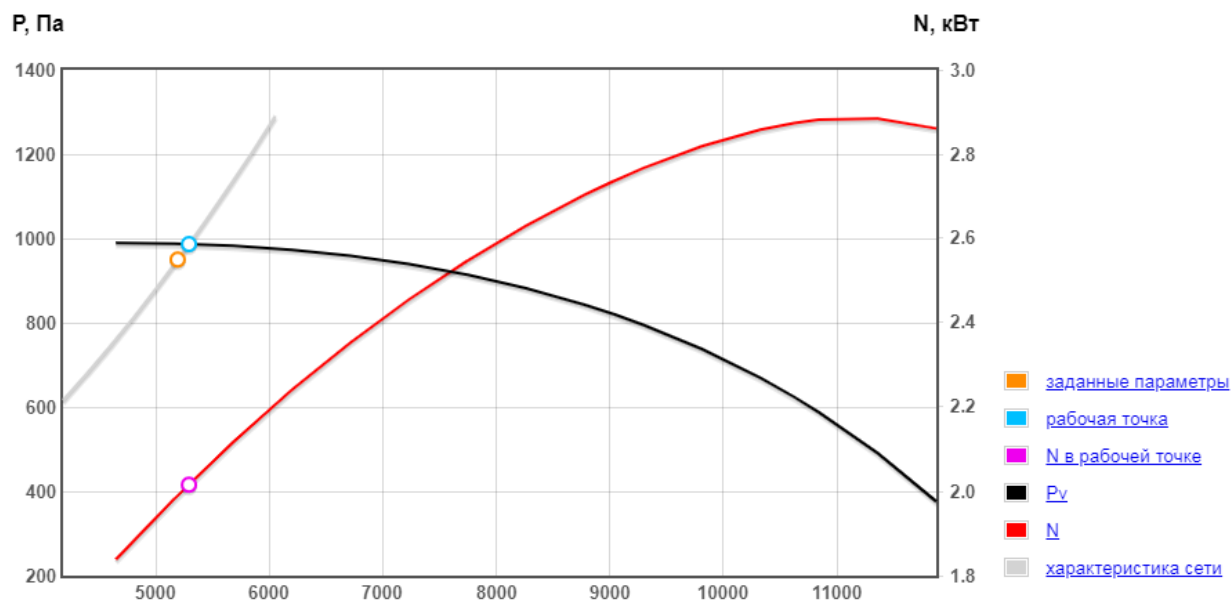


Рисунок А.20 - Подбор вентилятора для системы В16

Продолжение Приложения А

Вентилятор ВР-80-70-3,15-090-1,1-3000

Заданные параметры $Q = 1584 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 950 \text{ Па}$

Рабочая точка $Q = 1598.9 \text{ м}^3/\text{час}$ и $P = 968 \text{ Па}$

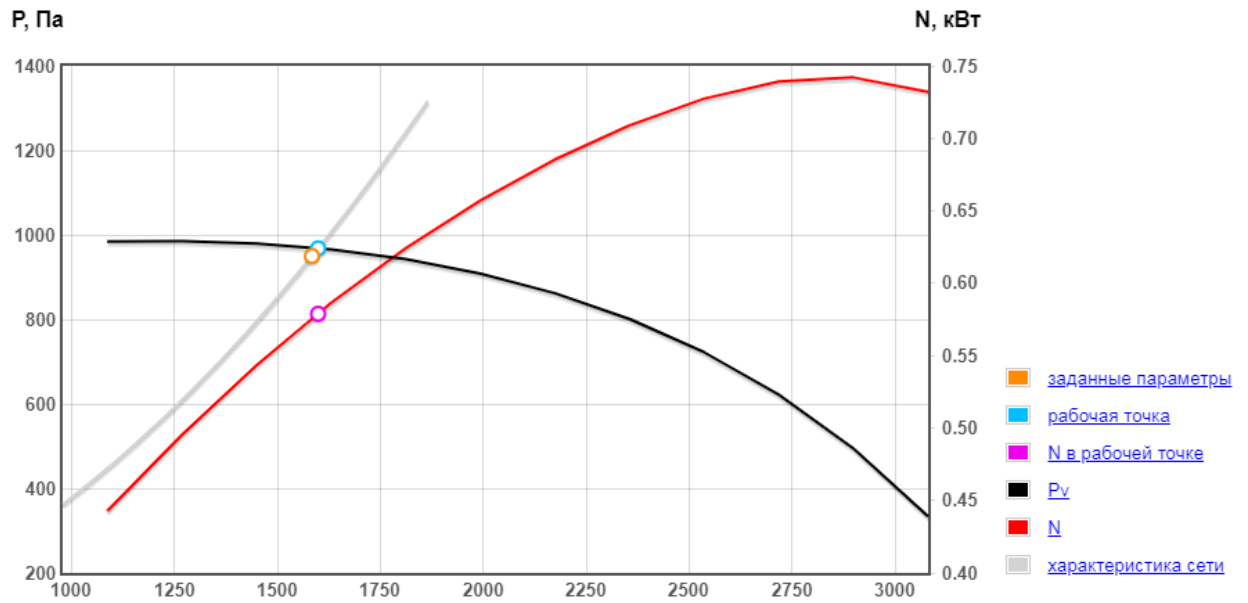


Рисунок А.21 - Подбор вентилятора для системы В17

Продолжение Приложения А



Общие характеристики	
<u>Режим работы</u>	охлаждение / обогрев
<u>Габариты внутреннего блока</u>	570x570x245 мм
<u>Вес внутреннего блока</u>	15 кг
<u>Габариты наружного блока</u>	800x550x285 мм
<u>Вес наружного блока</u>	30 кг
<u>Потребляемая мощность при охлаждении</u>	0,68 кВт
<u>Потребляемая мощность при обогреве</u>	0,88 кВт
<u>Воздухообмен при охлаждении</u>	510 м ³ /ч
<u>Воздухообмен при обогреве</u>	510 м ³ /ч
<u>Осушение помещения</u>	
<u>Минимальный уровень шума (внутренний блок)</u>	25 дБ
<u>Уровень шума (внешний блок)</u>	47 дБ
<u>Максимальный уровень шума (внутренний блок)</u>	31 дБ
<u>Инверторное управление компрессором</u>	
<u>Марка хладагента</u>	R410A

Рисунок А.22 - Подбор VRF системы для конференц-зала

Продолжение Приложения А

VRF 50Hz R410A

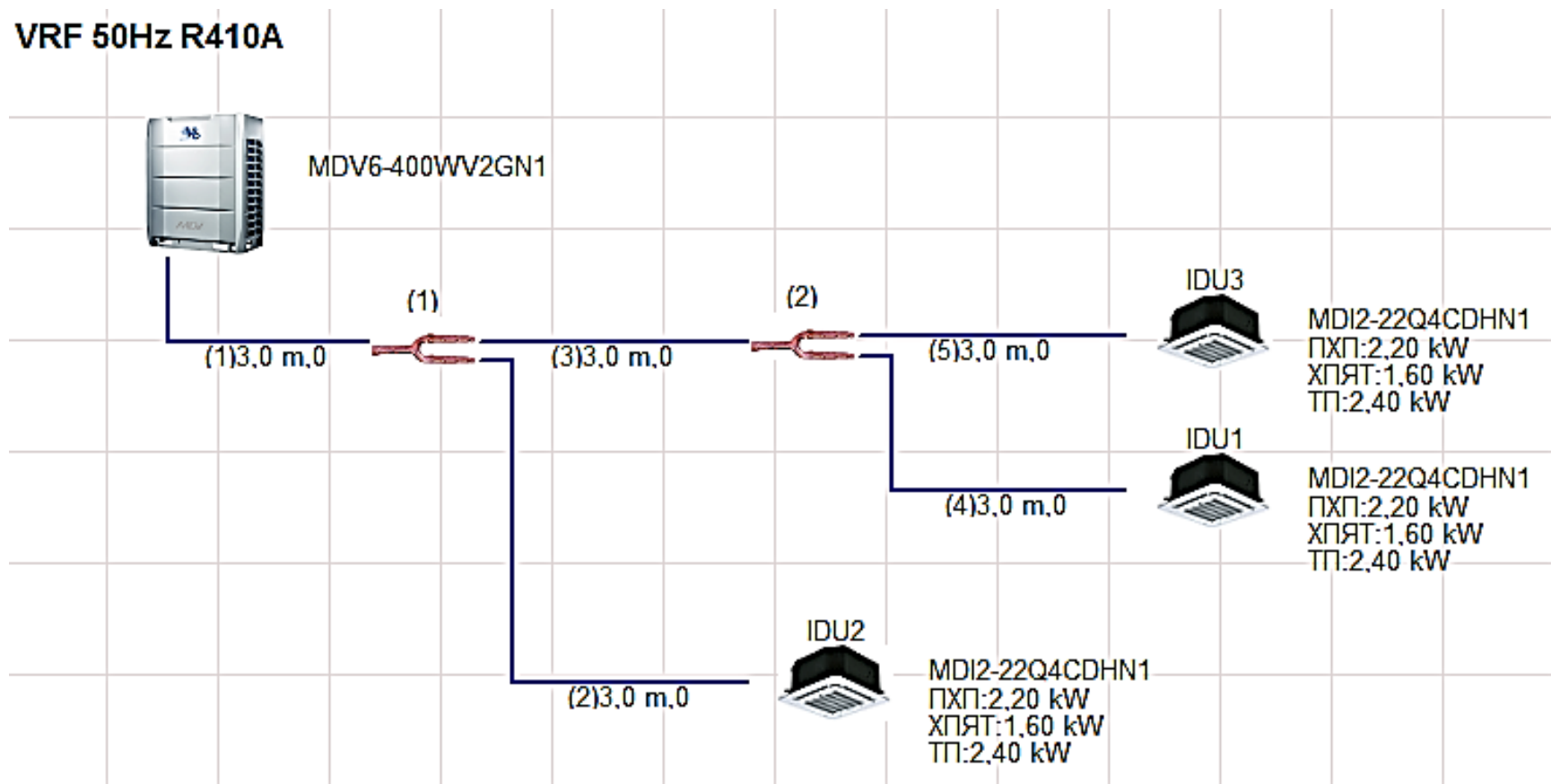


Рисунок А.23 - Схема кондиционирования конференц-зала

Продолжение Приложения А

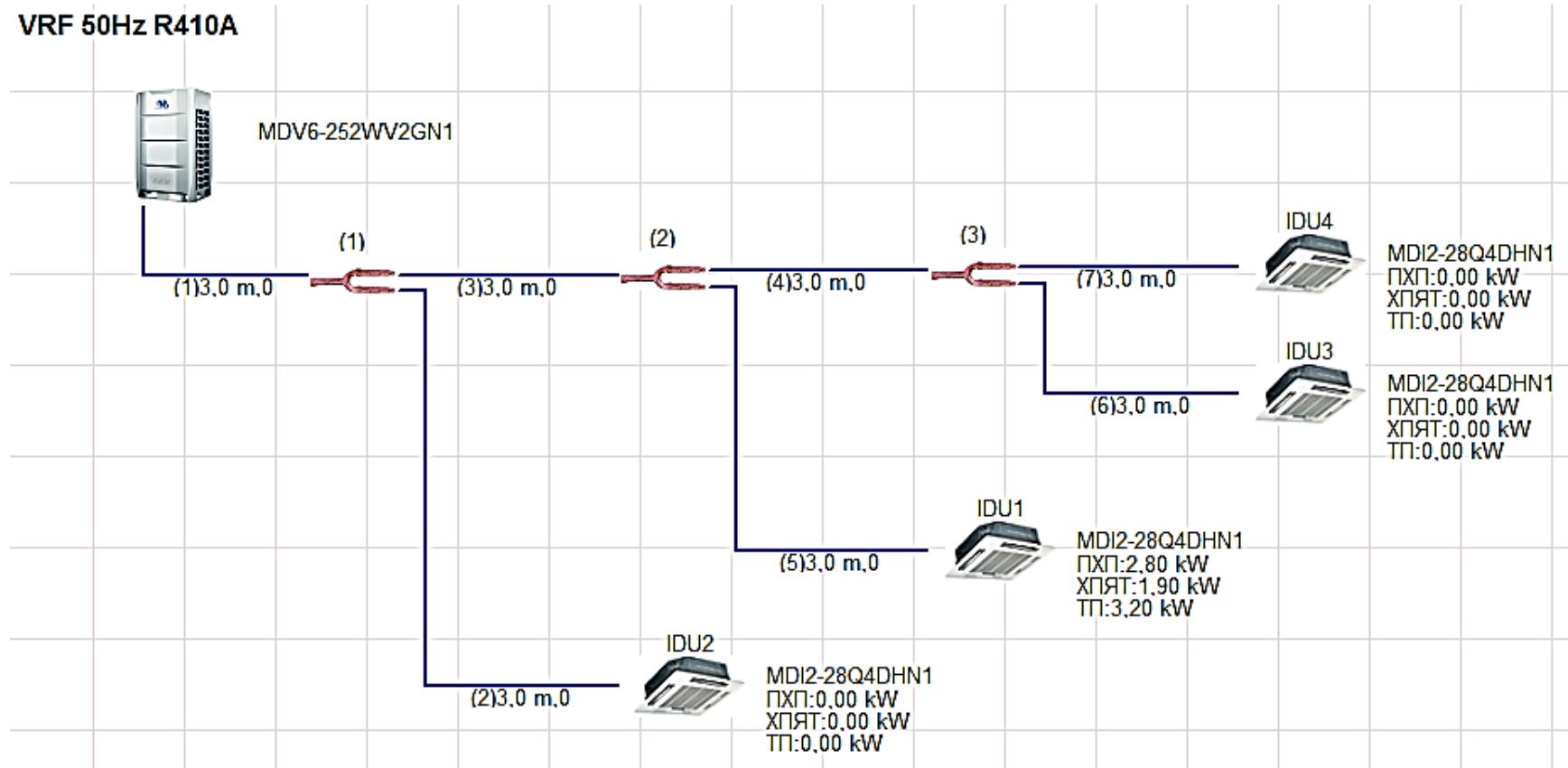


Рисунок А.24 - Схема кондиционирования зала ресторана

Продолжение Приложения А

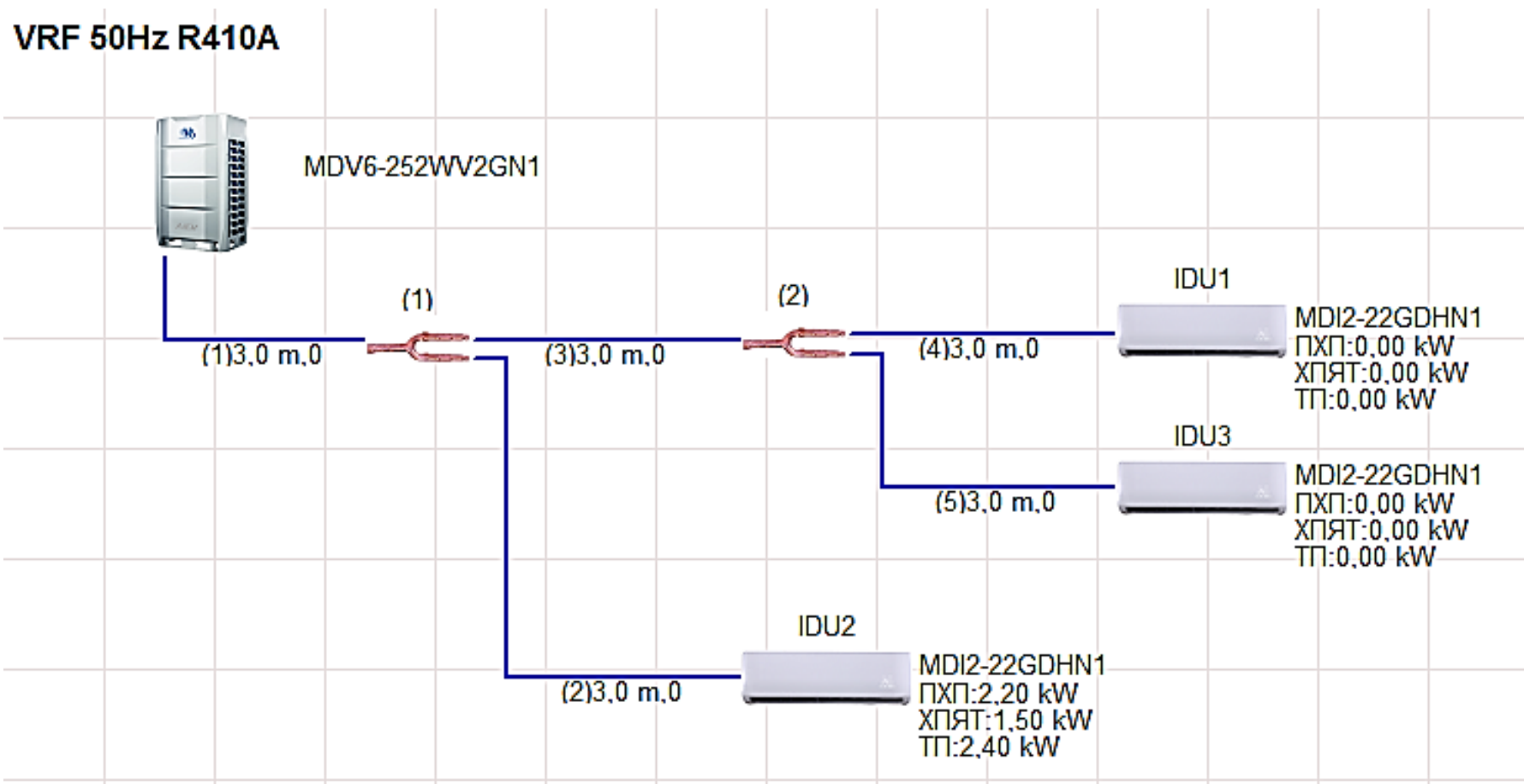


Рисунок А.25 - Схема кондиционирования фитнес-зала

Продолжение Приложения А

VRF 50Hz R410A

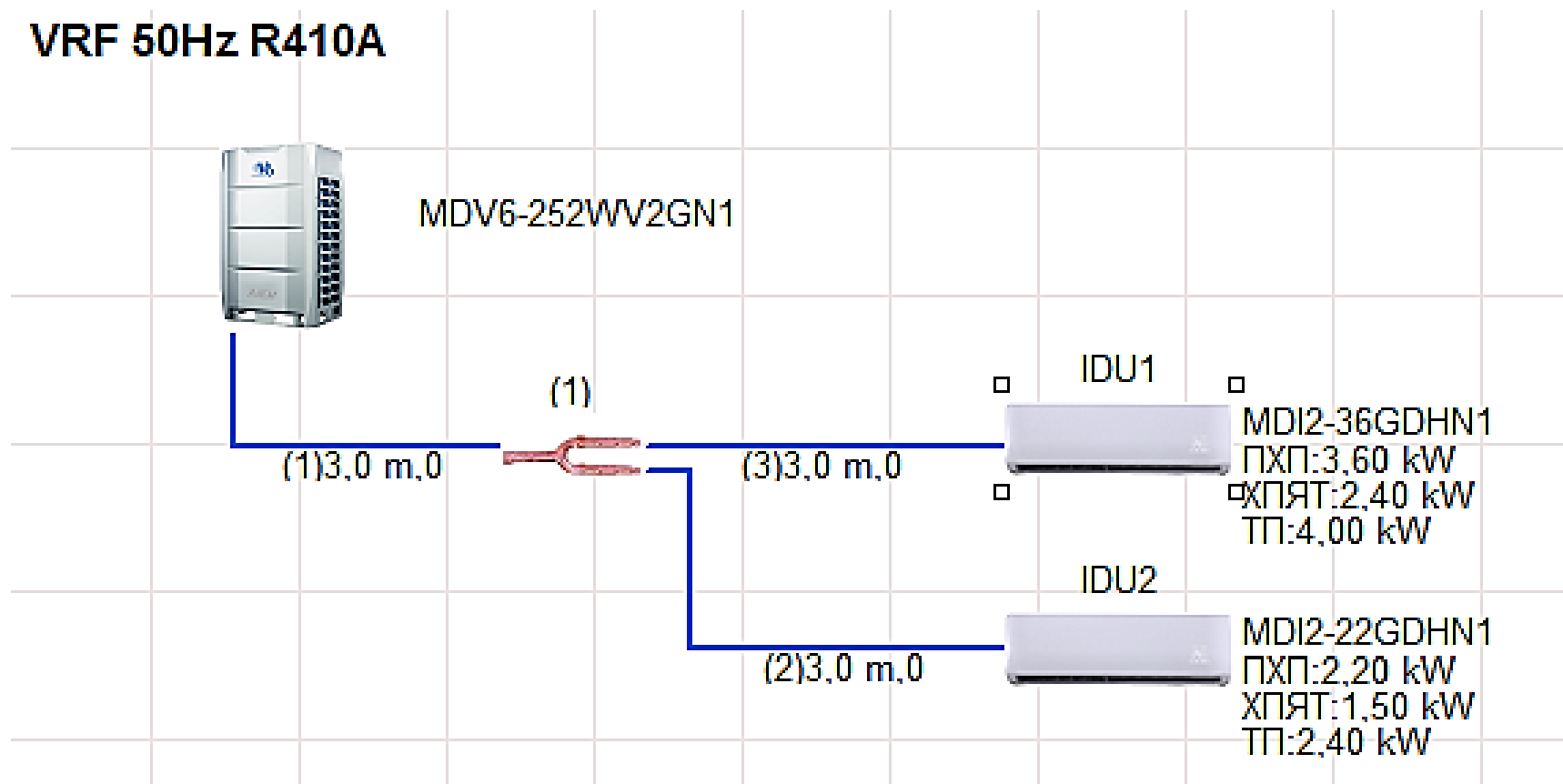


Рисунок А.25 - Схема кондиционирования кабинета директора, парикмахерской, бизнес-центра, гостиничных номеров

Продолжение Приложения А

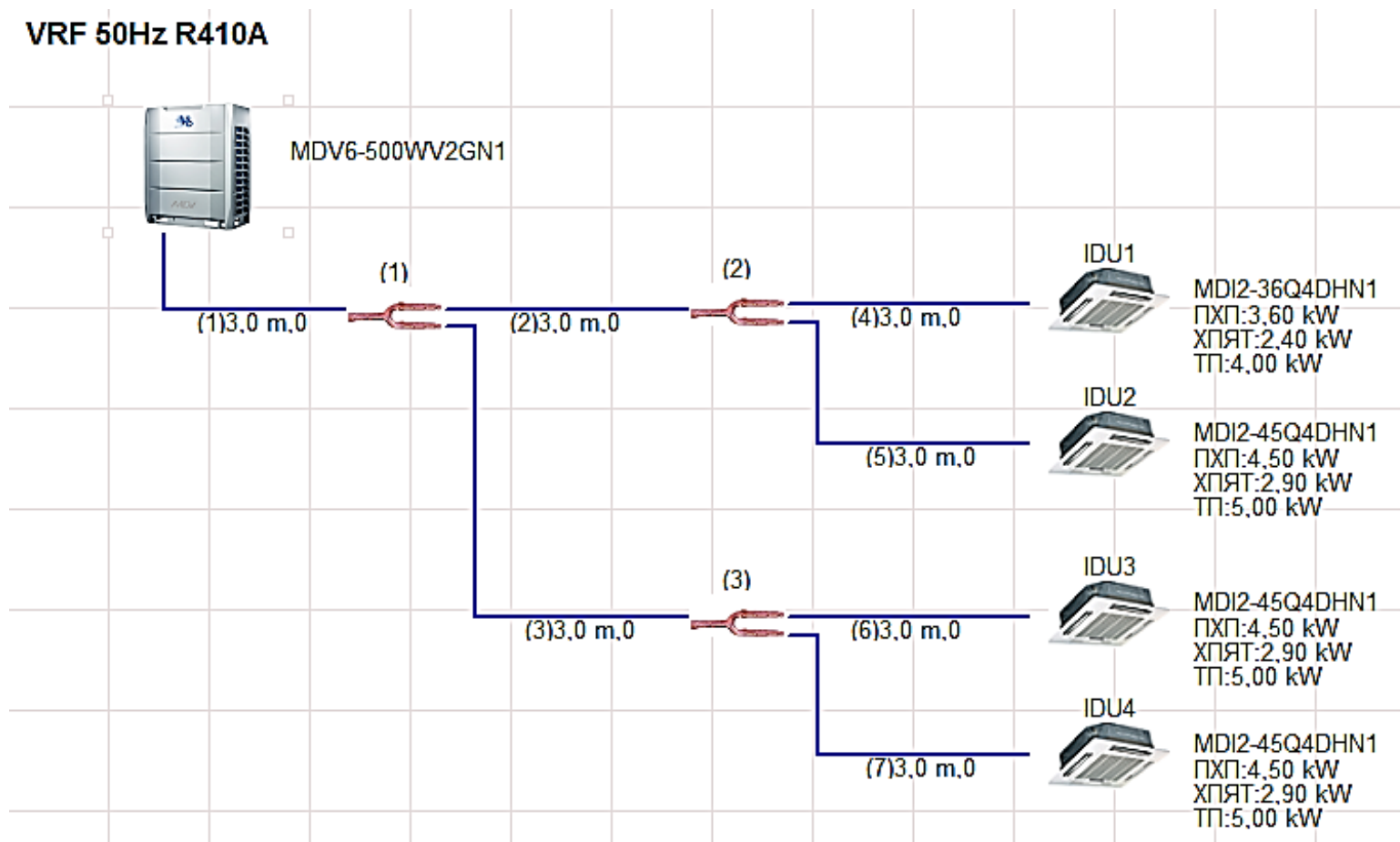


Рисунок А.26 - Схема кондиционирования в вестибюле

Приложение Б
**Энергетический паспорт гостиничного комплекса «Heliopark» в г. Н.
 Новгороде**

Таблица Б.1 – Общая информация

Дата заполнения (число, месяц год)		
Адрес здания Разработчик проекта Адрес и телефон разработчика Шифр проекта Назначение здания, серия Этажность, количество секций	г. Н. Новгород Гостиничный комплекс 5 этажей	
Расчетное количество жителей или служащих	120 посетителей	
Размещение в застройке	Лесная зона	
Конструктивно решение	84,85x36,59 м, план типового этажа Рисунок 1 монолитное здание; отделка – фасадная штукатурка	
Расчетный расход теплоты на отопление из раздела «Тепловые потери здания» проекта, кВт		111,8 кВт
Расчетный расход теплоты на механическую вентиляцию, кВт		874,4 кВт

Таблица Б.2 – Условия расчетные климатические

	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты и отопления	$t_{вн}$	°С	24
2	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты, отопления и вентиляции	$t_{н.}^P$	°С	-31
3	Средняя температура наружного воздуха в отопительный период	$t_{н.ом.п.}$	°С	-2,3
4	Продолжительность отопительного периода	$z_{ом.п.}$	сут	221
5	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С сут	5812,3
	Расчетные параметры	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
6	Наружная температура воздуха начала/окончания отопительного периода	$t_{н.}^1$	°С	
7	Расчетная скорость ветра в отопительный период	v	м/сек	6,6
8	Расчетная температура воздуха на чердаке	$t_{черд}$	°С	-
9	Расчетная температура воздуха в техническом подполье	$t_{под}$	°С	5

Таблица Б.3 – Показатели геометрические

	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
10	Площадь квартиры	$A_{кв}, м^2$	-	-
11	Полезная площадь (общественного здания)	$A_{пол}, м^2$		5425
12	Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	-	1356,6
13	Расчетная площадь (общественного здания)	$A_{р}, м^2$	-	5725,7
14	Отапливаемый объем здания	$V_{от}, м^3$	-	18659,6
15	Показатель компактности здания	$k_{комп}, м^{-1}$		0,478
16	Коэффициент остекленности фасада здания	f	Не более 0,25	0,381
17	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе: — фасада отапливаемой части здания — стен (раздельно по типу конструкции) — окон и балконных дверей — витражей — фонарей — входных дверей и ворот — покрытий (совмещенных) — чердачных перекрытий — перекрытий над техническими подпольями — перекрытий над проездами и эркерами — пола по грунту	$A_{огр.сум}, м^2$	-	8926,8
		$A_{фас}$	-	2369,5
		$A_{ст.}$	-	1062,17
		$A_{ок}$	-	1307,3
		$A_{витр}$	-	-
		$A_{фон}$	-	-
		$A_{вх.дв}$	-	14,4
		$A_{покр}$	-	-
		$A_{черд}$	-	2086,7
		$A_{цок}$	-	-
	$A_{эрк}$	-	-	
	$A_{гр}$	-	-	

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.4 – Показатели теплотехнические

	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение
18	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе для: — стен — окон и балконных дверей — витражей — фонарей — входных дверей и ворот — покрытий (совмещ.) — чердачных перекрытий («холодного» чердака) -перекрытий теплых чердаков —перекрытий над техническими подпольями или неотаплива-емыми подвалами -перекрытий над проездами и под эркерами — пола по грунту	$R_0^{пр}, м^2 \cdot ^\circ C / Вт$		
		$R_{ст.}^{пр}$	3,434	3,732
		$R_{ок.}^{пр}$	0,55	0,55
		$R_{витр.}^{пр}$	-	-
		$R_{фон.}^{пр}$	-	-
		$R_{вх.дв.}^{пр}$	0,319	0,319
		$R_{ст.}^{пр}$	-	-
		$R_{черд.}^{пр}$	5,106	5,148
		$R_{т.черд.}^{пр}$	-	-
		$R_{цок.}^{пр}$	4,516	4,6
	$R_{эрк.}^{пр}$	-	-	
	$R_{гр.}^{пр}$	-	-	
19	Приведенное сопротивление воздухопроницанию: — окон — витражей — входных дверей	$R_a^{пр}, м^2 \cdot ч / кг$		
		$R_{а.ок.}$	0,9	0,9
		$R_{а.витр.}$	-	-
		$R_{а.вх.дв.}$	0,14	0,14

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.4

	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное (проектное) значение
20	Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания	$K_{тр}^{пр}$, Вт/($м^2 \cdot ^\circ C$)	-	0,416
21	Условный инфильтрационный коэффициент теплопередачи здания (при $t_{н}^p/t_{н.от.п}^{cp}$)	$K_{инф.усл}^{p/ср}$ Вт/($м^2 \cdot ^\circ C$)	-	0,174
22	Кратность воздухообмена здания при испытании (на $\Delta p = 50$ Па)	n_{50} , $ч^{-1}$	-	-

Таблица Б.5 - Теплоэнергетические показатели в отопительный период

	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное значение
23	Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период (ОП)	$Q_{огр}^{год}$, кВт·ч	518 022
24	Теплопотери здания за счет вентиляцион-ного воздухообмена с учетом инфильтрации за ОП	$Q_{инф/вент}^{год}$, кВт·ч	216 672
25	Общие теплопотери	$Q_{тп}^{год}$, кВт·ч	734 694
	Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное значение
26	Удельные бытовые (внутренние) тепловыделения в здании (квартирах / нежилых помещениях)	$q_{быт}$, Вт· $м^2$	15,6/6,07
27	Бытовые (технологические) тепловыделения в здании за ОП	$Q_{быт}^{год}$, кВт·ч	296 588

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.5

28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за ОП	$Q_{\text{инс}}^{\text{год}}$ кВт·ч	48 406
29	Расход тепловой энергии здания на отопление и вентиляцию за ОП (для расчета показателя тепловой энергетической эффективности)	$Q_{\text{от+вент}}^{\text{год}}$ кВт·ч	524 473
30	Расход тепловой энергии общественного здания на отопление и инфильтрацию в нерабочее время за ОП	$Q_{\text{огр+инф}}^{\text{год}}$ кВт·ч	670 208

Таблица Б.6 - Коэффициенты

	Показатель	Обозначение	Нормативное значение	Фактическое значение
31	Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	ζ	0,5-1,0	0,95
32	Коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления на отопление за счет оснащения квартир индивидуальными приборами учета тепловой энергии	ξ	0,1-0,15	0
33	Коэффициент учета встречного теплового потока в окнах	$k_{\text{ок}}$	0,7-1,0	1
34	Коэффициент затенения окон и витражей непрозрачными элементами	τ_1	-	0,8
35	Коэффициент относительного пропускания солнечной радиации окон	τ_2	-	0,74
36	Коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в период превышения их над теплопотерями	ν	0,8	0,8
37	Коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери системы отопления	$\beta_{\text{тп}}$	1,05-1,13	1,11

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.7 - Нагрузки энергетические и ресурсные

	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
38	<p>Мощность систем инженерного оборудования:</p> <p>— требуемая на отопления и вентиляции (естест.)</p> <p>— требуемая для горячего водоснабжения</p> <p>— установленная для механической вентиляции</p> <p>— установленная для воздушно-тепловых завес</p> <p>— используемая для электроснабжения здания (без розеточной сети), в т. ч. на общедомовые нужды, из них:</p> <p>— на освещение (для общественных зданий всех помещений)</p> <p>— лифтовое оборудование</p> <p>— отопление и водоснабжение</p> <p>— вентиляцию</p> <p>-кондици-онирование (охлаждение)</p>	$Q_{от.}^{р.тр.}$	кВт	125,5
		$Q_{гв.}^{макс.}$	кВт	-
		$Q_{вент.}^{р.пр.}$	кВт	874,4
		$Q_{т.з.}^{р.пр.}$	кВт	102
		$N_{эл}$	кВт	
		$N_{об.дом.}$	кВт	-
		$N_{осв.}$	кВт	93,8
		$N_{лифт}$	кВт	9
		$N_{от+гвс}$	кВт	0,138
		$N_{вент}$	кВт	18,8
$N_{конд}$	кВт	-		
39	Среднечасовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в отопительный период	$Q_{гв.}^{ср.}$	кВт	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.7

	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
40	Средний суточный расход: — природного газа — холодной воды — горячей воды — электроэнергии на общественное здание (без учета розеточного потребления)	$V_{пг}^{сут}$ $G_{хв}^{сут}$ $G_{гв}^{сут}$ $E_{эл.о/д}^{сут}$	$м^3/сут$ $м^3/сут$ $м^3/сут$ $кВт \cdot ч$	- - 1,1 805
41	Удельный расчетный часовой расход тепловой энергии на $м^2$ площади квартир (полезной площади нежилых помещений): — на отопление и вентиляцию (инфильтрацию) — на механическую приточную вентиляцию	$q_{от}$ $q_{вент}$	$Вт/м^2$ $Вт/м^2$	23,13 161,2
42	Удельная объемная тепловая характеристика здания	q_T	$Вт/(м^3 \cdot ^\circ C)$	0,359

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.8 - Годовые и удельные расходы энергии и ресурсов

	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
43	<p>Годовые расходы энергии и ресурсов на здание:</p> <ul style="list-style-type: none"> — тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания с учетом авторегулирования — тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания —тепловой энергии на горячее водоснабжение — тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию — тепловой энергии на тепловые завесы — электрической энергии зданием в целом, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> — на общедомовые нужды (без эн.сбереж./ с эн.сб.): — освещение мест общего пользования — силовое оборудование лифтов — силовое оборуд. сист. отопления и гвс — силовое оборудование систем вентиляции — на кондиционирование (охлаждение) — природного газа 	$Q_{от+вент}^{год}$	МВт·ч	524
		$Q_{от+инф}^{год}$	МВт·ч	670
		$Q_{гв}^{год}$	МВт·ч	498
		$Q_{вент}^{год}$	МВт·ч	217
		$Q_{т.з.}^{год}$ $E_{эл.сум}^{год}$	МВт·ч МВт·ч	0,102 244
		$E_{эл.об.дом}^{год}$	МВт·ч	-
		$E_{эл.осв}^{год}$	МВт·ч	80
		$E_{эл.лифт}^{год}$	МВт·ч	20
		$E_{эл.от+гвс}^{год}$	МВт·ч	0,79
		$E_{эл.вент}^{год}$	МВт·ч	41
		$E_{эл.конд}^{год}$ $Q_{пг}^{год}$	МВт·ч МВт·ч	- -
44	<p>Удельные годовые расходы энергии и ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> — тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого дома (общественного здания) — тепловой энергии на горячее водоснабжение — то же, с квартирными водосчетчиками 	$q_{от+вент}^{год}$	кВт·ч/м ²	96,6
		$q_{гв}^{год}$	кВт·ч/м ²	91,8
		$q_{гв.кв.в.сч.}^{год}$	кВт·ч/м ²	-

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.8

	Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
	— тепловой энергии на отопление и инфильтрацию общественного здания с механической приточной вентиляцией	$q_{от+инф}^{год}$	кВт·ч/м ²	124
	— тепловой энергии на механическую приточную вентиляцию	$q_{вент}^{год}$	кВт·ч/м ²	40
	— тепловой энергии на тепловые завесы	$q_{т.з.}^{год}$	кВт·ч/м ²	0,02
	— электрической энергии в здании (без / с эн.сб.), в том числе:	$q_{эл.сум}^{год}$	кВт·ч/м ²	26,2
	— на общедомовые нужды	$q_{эл.об.дом.}^{год}$	кВт·ч/м ²	-
	— на кондиционирование (охлаждение)	$q_{эл.конд.}^{год}$	кВт·ч/м ²	-
	— природного газа	$q_{пг}^{год}$	кВт·ч/м ²	-
			м ³ /м ²	
45	Удельное расчетное годовое энергопотребление не газифицированным зданием (с пересчетом электроэнергии в тепловую с коэф. $\theta = 2,5$)	$q_{т+эл.сум}^{год}$	кВт·ч/м ²	26,2
	— то же, без электропотребления квартир	$q_{т+эл.об.дом.}^{год}$	кВт·ч/м ²	-

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.9 - Показатели и класс энергетической эффективности, соответствие нормативным требованиям

	Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормативное значение	Расчетное проектное значение
47	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности проекта здания, нормируемый по СП50.13330.2010	$q_{от+вент}^{год}$, кВт·ч/м ²	Не более 117	96,6
48	Класс тепловой энергетической эффективности проекта здания		B	B
49	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите			ДА
50	Удельный показатель тепловой энергетической эффективности общественного зд. с учетом проектного значения расхода т.эн. на вентиляцию и тепловые завесы	$q_{от+вент}^{год.пр}$, кВт·ч/м ²	Не более 117·1,1=128,7	92
51	Соответствует ли проект здания нормативному требованию по энергоэффективности приточной механической вентиляции			ДА
52	Расчетный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение здания. Соответствует требованиям энергоэффективности	$q_{от+вент+гв}^{год}$, кВт·ч/м ²	220,6	188,4
53	Фактически измеренный удельный годовой расход на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Класс энергоэффективности здания	$q_{от+вент+гв}^{год.изм}$, кВт·ч/м ²	-	-

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.10 - Сведения об оснащённости приборами учета

54	Количество точек ввода в здание со стороны энергоресурсов и воды, оборудованных приборами учета (при централизованном снабжении):		
	-электрической энергии	шт.	один
	- тепловой энергии	шт.	один
	-газа	шт.	-
	-воды	шт.	один
55	Оснащённость квартир приборами учета:		
	-электрической энергии	%	-
	- тепловой энергии	%	-
	-газа	%	-
	-воды	%	-
56	Паспорт заполнен		
	Организация		
	Адрес и телефон		
	Ответственный исполнитель		

Приложение В
Схема подключения автоматики системы отопления

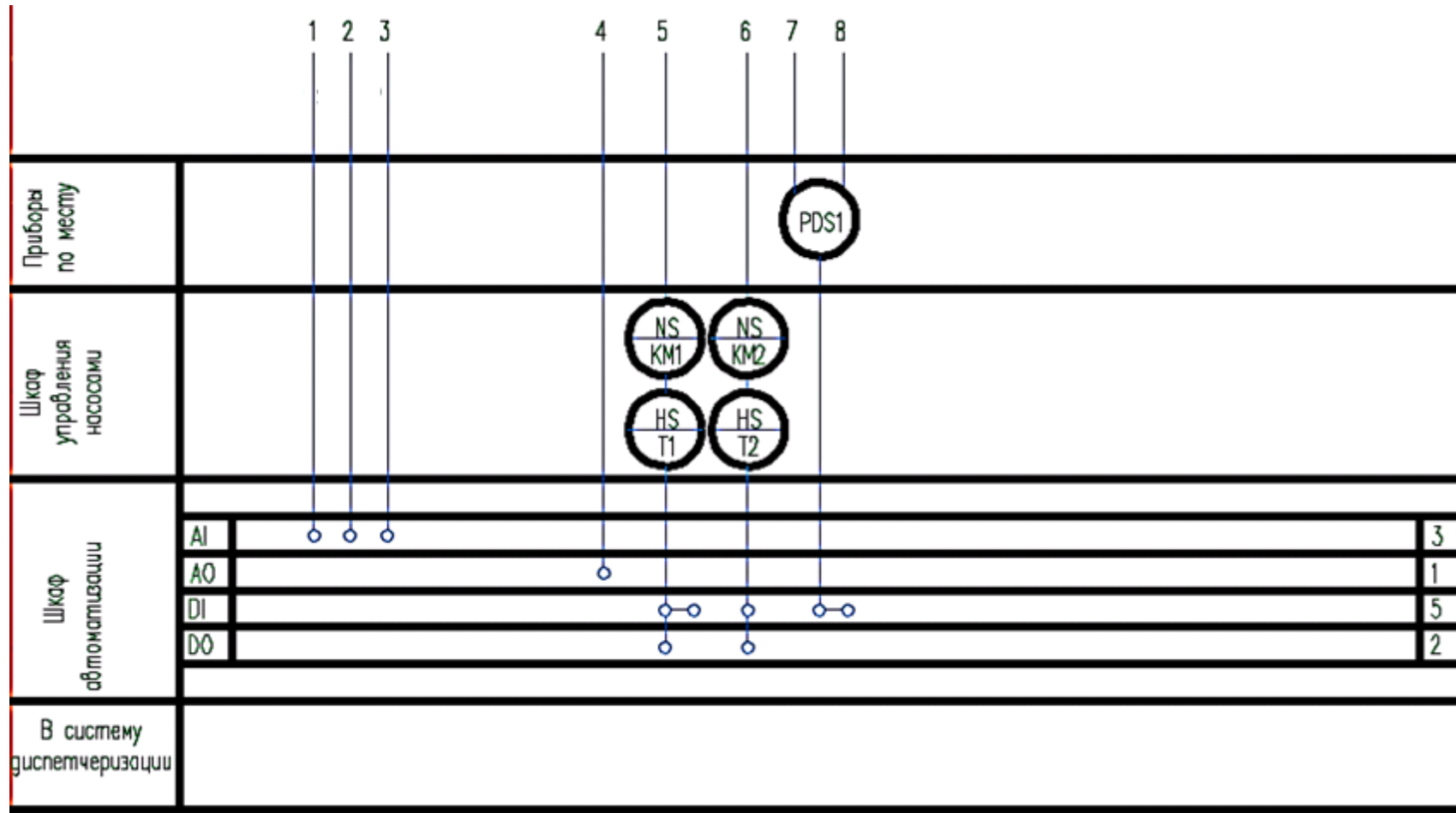


Рисунок В.1 – Комплект автоматики для системы отопления с двумя насосами