

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

АРХИТЕКТУРНО–СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

«Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

г.о. Тольятти. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети

Обучающийся

Д.А. Борисов

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Канд. техн. наук, доцент Е.В. Чиркова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

Для современного двухэтажного частного дома с уютным теплым подвалом, возводимого в живописном Тольятти Самарской области, в рамках бакалаврской работы были разработаны комплексные инженерные решения и выполнены всесторонние расчеты по основным системам жизнеобеспечения.

Особое внимание уделено проектированию эффективных, энергосберегающих систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, вентиляции, водоотведения и газоснабжения. Проведены детальные теплотехнические расчеты ограждающих конструкций, гидравлические расчеты системы отопления с тщательным подбором необходимого высокотехнологичного оборудования. Выполнен также всесторонний аэродинамический анализ вентиляционной системы, учитывающий особенности планировки и инженерных коммуникаций дома.

Отдельно рассчитаны гидравлические параметры систем холодного и горячего водоснабжения, канализации, внутреннего газоснабжения.

## Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные .....	6
1.1 Параметры наружного воздуха .....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха .....	6
1.3 Источник теплоснабжения .....	8
2 Тепловая защита здания .....	9
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	9
2.2 Определение теплопотерь здания.....	16
3 Теплоснабжение .....	17
3.1 Система отопления.....	17
3.2 Горячее водоснабжение .....	22
3.3 Подбор оборудования.....	26
4 Вентиляция.....	30
4.1 Выбор и конструирование принципиальных решений .....	30
4.2 Определение требуемых воздухообменов.....	30
4.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции .....	30
5 Водоснабжение и водоотведение .....	32
5.1 Холодное водоснабжение.....	32
5.2 Канализация.....	35
6 Газоснабжение .....	37
7 Автоматизация.....	39
8 Организация монтажных работ .....	41
9 Безопасность и экологичность технического объекта .....	46
9.1 Конструктивно–технологическая и организационно–техническая характеристика рассматриваемого технического объекта .....	46
9.2 Идентификация профессиональных рисков.....	46
9.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	47
9.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	47
9.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	48

Заключение .....	50
Список используемой литературы и используемых источников.....	52
Приложение А Определение нагрузок на отопление здания .....	55
Приложение Б Гидравлический расчет системы отопления .....	60
Приложение В Увязка приборов отопления .....	64
Приложение Г Подбор приборов отопления.....	65
Приложение Д Гидравлический расчет системы ГВС .....	67
Приложение Е Расчет потери теплоты .....	68
Приложение Ж Гидравлический расчет циркуляционного трубопровода ....	69
Приложение З Расчет воздухообмена.....	70
Приложение И Аэродинамический расчет.....	71
Приложение К Гидравлический расчет системы водоснабжения .....	73
Приложение Л Гидравлический расчет водоотведение.....	74
Приложение М Гидравлический расчет газоснабжения.....	75

## Введение

В настоящее время индивидуальные жилые дома набирают популярность. Из года в год меняются параметры микроклимата внутри помещений. Для их поддержания необходимы качественно разработанные инженерные системы, а также соблюдение всех эстетических норм при их монтаже и соответствие пожеланиям заказчика.

Цель данной дипломной работы – запроектировать инженерные системы жилого дома в соответствии с действующими нормами.

Задачи работы:

- Выполнить теплотехнический расчет всех ограждающих конструкций.
- Разработать и рассчитать системы отопления.
- Разработать и рассчитать системы вентиляции.
- Разработать и рассчитать системы водоснабжения и водоотведения.
- Разработать и рассчитать систему газоснабжения.
- Автоматизировать работу котельной.
- Рассчитать трудозатраты на монтаж.

В конце работы приводятся заключение и приложения с аксонометрическими схемами и характеристиками вентиляционного оборудования.

## 1 Исходные данные

### 1.1 Параметры наружного воздуха

«Проектируемый объект – г.о. Тольятти, Самарской области.

Климатические данные города Тольятти с рекомендуемыми нормами определяем по СП [1].

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:  $t_n = -27$  °С.

Средняя температура отопительного периода при температуре наружного воздуха  $< 8$  °С:  $t_{от} = -4,7$  °С.

Продолжительность отопительного периода:  $Z_{от} = 196$  сут.

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца:  $\varphi = 83$  %.

Условия эксплуатации ограждений в зонах влажности: А» [18].

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха

«Период	Расчетная географическая широта, с.ш	Барометрическое давление, Гпа	Температура	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с
Теплый	53,5	998	25	52,6	3,3
Холодный			-27	-26,6	2,9» [18].

### 1.2 Параметры внутреннего воздуха

«Параметры внутреннего воздуха определяются по ГОСТ 30494 [2] и сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Температура воздуха, °С
Спальня	20
Кухня	20
Ванная, с.у	24
Холл	20
Гостиная	20
Игровая	20
Техническое помещение	16
Гардеробная	16

Проектируемый объект расположен в городе Тольятти, Самарской области. Здание предназначено для проживания семьи из 6–х человек.

Общая площадь застройки 632 м<sup>2</sup>. Высота помещений на 1 этаже 3 м, на 2 этаже 3,5 м, высота подвала = 3,2 м.

Главный фасад ориентирован на юг. На первом этаже расположены помещения тамбур, гардеробной, холл, спальня, кухня, санузел, кладовая. На втором этаже, расположены игровая, спальни, с.у. Чердак неотапливаемый. На цокольном этаже располагаются технические помещения, кладовая.

Канализационная система – местная в выгребной колодец. В качестве водоснабжения выступает централизованная сеть с гарантированным напором в здании 30 метров водяного столба.

Конструкция пластиковых окон: двухкамерный стеклопакет.

Конструкция наружных стен, чердачного перекрытия, межэтажного перекрытия, пола в таблице 3, 4, 5, 6, 7» [2].

Таблица 3 – «Конструкция наружных стен»

Наименование материала	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
Штукатурка гипсовая	0,02	0,19
Блок керамзитобетонный	0,4	0,2
Утеплитель Технониколь	$\delta_{ут}$	0,038

Таблица 4 – Конструкция чердачного перекрытия

Наименование материала	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
Железобетонная пустотная плита	0,22	1,92
Цементно–песчаная стяжка	0,05	0,7
Утеплитель керамзит	$\delta_{ут}$	0,11

Таблица 5 – Конструкция пола

Наименование материала	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
Керамогранитная плитка	0,01	0,2
Цементно–песчаная стяжка	0,1	0,76
Бетон	0,2	1,74

Таблица 6 – Конструкция межэтажного перекрытия

Наименование материала	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
Ж/б плита	0,25	1,92
Цементно–песчаная стяжка	0,05	0,76
Линолеум на тканевой основе	0,003	0,35

Таблица 7 – конструкция стен в грунте

Наименование материала	Толщина $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·°С)
Известково–песчаный раствор	0,02	0,81
Железобетон	0,4	1,92
Утеплитель		0,041
Наружная цементно–песчаная штукатурка на армированной сетке	0,01	0,76
Гидроизоляция	0,005	0,17» [2].

### 1.3 Источник теплоснабжения

Источником тепла является газовый котел, установленный в подвале в технической комнате. Так же в котельной предусмотрен водоподогреватель, циркуляционные насосы, необходимая регулирующая арматура, запорная арматура. На отопление температура теплоносителя  $t_{г}= 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{0}= 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На горячее водоснабжение температура теплоносителя  $t_{г}= 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Холодная вода поступает из водопровода села. Сточные воды транспортируются в выгребную яму (септик). Источником газа является газопровод села.

#### Вывод по разделу 1

В данном разделе были приняты параметры внутреннего воздуха, внешние климатические условия. Также были выбраны конструкции и источники теплоснабжения в здании.



## 2 Тепловая защита здания

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

«Цель данного расчета: определения приведенных сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций. Расчет ведется по методу приведенным в СП [3].

$$R_0^{\text{пр}} \geq R_0^{\text{тп}} \quad (1)$$

где  $R_0^{\text{пр}}$  – приведенное сопротивление передачи  $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ , которое определяется по формуле 4;

$R_0^{\text{тп}}$  – требуемого сопротивление передачи  $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ , которое определяется в зависимости от градусо–суток района строительства.

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} \times t_{\text{от}}) \times z_{\text{от}} \quad (2)$$

Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_0^{\text{усл.тп}} = \frac{R_0^{\text{тп}}}{r} \quad (3)$$

Приведенное сопротивление теплопередачи  $R_0^{\text{пр}}$ ,  $\text{м}^2 \times \text{°C}/\text{Вт}$  ограждающих конструкций, определяемых по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = r \times R_0^{\text{усл}} \quad (4)$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности, определяемый по формуле 5;

$R_0^{\text{усл}}$  – условное сопротивление теплопередачи однородной конструкции, определяется по формуле 6:

$$r = r_1 \times r_2 \quad (5)$$

где  $r_1$  – коэффициент оценки внутренних ограждений;

$r_2$  – коэффициент оценки примыкания других ограждений к расчетному» [23].

«Условное сопротивление теплопередаче однородной конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}; \quad (6)$$

Сопротивление теплопередаче однородного слоя ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}; \quad (7)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°С).

Коэффициент теплопередачи  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{\text{пр}}}; \quad (8)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче входных дверей должно соответствовать условию:

$$R_{0,\text{нд}}^{\text{пр}} \geq 0,6R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}} \quad (9)$$

где  $R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}}$  – требуемого сопротивление теплопередаче наружных стен определяемое по формуле:

$$R_{0,\text{нс}}^{\text{тр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{\Delta t^{\text{н}} \times \alpha_{\text{в}}} \quad (10)$$

$\Delta t^{\text{н}}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, определяемый по СП [3, табл.5]» [23].

«Пол считается утепленным, если в конструкции пола, расположенного на грунте, есть утепляющие слои  $\lambda \leq 1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{С}}$ , и определяется по формуле:

$$R = R_{\text{н.п}} + \frac{\delta}{\lambda}; \quad (11)$$

$R_{\text{н.п}}$  – сопротивление теплопередачи не утепленного пола,  $\text{м}^2 \times \text{°С/Вт}$

$$\text{ГС ОП} = 20 - (-4,7) * 196 = 4841 \text{ С} \cdot \text{сут/год}.$$

Требуемое сопротивление теплопередачи определяются по СП[3],  $R_0^{\text{тп}}$ ,  $\text{м}^2 \times \text{°С/Вт}$  определяются интерполяцией:

- Для стены :  $R_0^{\text{тп}} = 3,09 \text{ °С/Вт}$
- Для окна и балконной двери: :  $R_0^{\text{тп}} = 0,51 \text{ °С/Вт}$
- Для чердачного перекрытия :  $R_0^{\text{тп}} = 4,078 \text{ °С/Вт}$ » [23].

Определяем толщину утепляющего слоя в наружных стенах.

По формуле (5) определяем коэффициент однородности:

$$r = 0.93 * 0.95 = 0.8835$$

«Определяем требуемое сопротивление по формуле (3)

$$R_0^{\text{усл.тп}} = \frac{3,09}{0,88} = 3,5 \frac{\text{м}^2 \times \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Определяем условное сопротивление теплопередачи по формуле (6)

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,4}{0,2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} + \frac{1}{23} = 3,5 \frac{\text{м}^2 \times \text{°С}}{\text{Вт}}$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} = 3,5 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,19} - \frac{0,4}{0,2} - \frac{1}{23}$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} = 1,06$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,04 \text{ м}$$

С целью уменьшения теплотерь здания принимаем утеплитель технониколь со следующими характеристиками коэффициент теплопроводности  $0,038 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{°С})$ , утеплитель с толщиной  $0,1 \text{ м}$ » [19].

Определяем условное сопротивление теплопередачи конструкции по формуле (4)

$$R_0^{\text{пр}} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{0,19} + \frac{0,4}{0,2} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{1}{23} \right) \times 0,88 = 4,22 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Проверяем выполняются ли условия по формуле (1)

$$3,09 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \leq 4,22 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} - \text{условия выполняются}$$

По формуле (8) определяем коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{1}{4,22} = 0,23, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

Определяем толщину утеплителя в конструкции чердачного перекрытия.

По формуле (5) определяем коэффициент однородности:

$$r = 1 * 0,95 = 0,95$$

Определяем требуемое сопротивление по формуле (3)

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{4,078}{0,95} = 4,29 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Определяем условное сопротивление теплопередачи по формуле (6)

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,11} + \frac{1}{12} = 4,29 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,11} = 4,29 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,22}{1,92} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{1}{12}$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,11} = 3,9$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,43 \text{ м}$$

Определяем условное сопротивление теплопередачи конструкции по формуле (4)

$$R_0^{\text{пр}} = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,43}{0,11} + \frac{1}{12} \right) \times 0,95 = 4,1 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Проверяем выполняются ли условия по формуле (1)

$$4,078 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \leq 4,01 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} - \text{условия выполняются}$$

По формуле (8) определяем коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{1}{4.1} = 0.24, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

Определение толщины утеплителя в конструкции пола в подвале так, как пол считается не утепленным  $\lambda \leq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{°C})$ . Определяем сопротивление теплопередачи по формуле (11)

$$R_I = 2.1 + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,1}{0,76} = 2,3 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{II} = 4.3 + 0.2 = 4.5 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{III} = 8.6 + 0.2 = 8.8 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{IV} = 14.2 + 0.2 = 14.4 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

По формуле (8) определяем коэффициент теплопередачи:

$$k_I = \frac{1}{2,3} = 0,42 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$k_{II} = \frac{1}{4.5} = 0.2, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$k_{III} = \frac{1}{8.8} = 0.11, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{14.4} = 0.07, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

Определение толщины утеплителя на 1 этаже

$$R_I = 2.1 + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,003}{0,35} = 2,2 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{II} = 4.3 + 0.1 = 4.4 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{III} = 8.6 + 0.1 = 8.7 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$1. R_{IV} = 14.2 + 0.1 = 14.3 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

По формуле (8) определяем коэффициент теплопередачи:

$$1. k_I = \frac{1}{2.2} = 0.45 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$2. k_{II} = \frac{1}{4.4} = 0.2, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$3. k_{III} = \frac{1}{8.7} = 0.11, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

$$4. k_{IV} = \frac{1}{14.3} = 0.07, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

Определяем толщину утеплителя в конструкции перекрытия над подвалом

1. По формуле (5) определяем коэффициент однородности:

$$r = 1$$

2. Определяем требуемое сопротивление по формуле (3)

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{4.078}{1} = 4.078 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

3. Определяем условное сопротивление теплопередачи по формуле (6)

$$R_0^{\text{пр}} = \left( \frac{1}{8.7} + \frac{0.25}{1.92} + \frac{0.05}{0.76} + \frac{0.02}{0.35} + \frac{1}{17} \right) \times 1 = 4.23 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$4.078 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \leq 4.23, \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} - \text{условия выполняются}$$

Приведенное сопротивление теплопередачи окон Конструкцию окон принимаем по СП [4]. За конструкцию принято тройное остекление в раздельно-спаренных пластиковых переплетах

$$R_0 = 0.6 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Определяем коэффициент теплопередачи по формуле 8:

$$k = \frac{1}{0.6} = 1.6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$$

Приведенное сопротивление теплопередачи наружных дверей.

Определяем требуемое сопротивление наружных дверей по формуле (10):

$$R_{0\text{нд}}^{\text{тр}} = \frac{20 - (-27)}{4 * 8,7} = 1,35 \text{ м}^2 * \text{C/Вт}$$

$$R_0 = 0.6 * 1.35 = 0.81 \text{ м}^2 * \text{C/Вт}$$

По формуле 8 определяем коэффициент теплопередачи

$$k = \frac{1}{0,81} = 1,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{C})$$

Расчет наружных стен на грунте

Определяем условное сопротивление теплопередачи по формуле (6)

$$\delta_{\text{ут}} = 0,041 \times \left( 3,5 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,4}{1,92} - \frac{0,01}{0,76} - \frac{0,005}{0,17} - \frac{1}{23} \right) = 0,13\text{м}$$

(KNAUF Nord TS 033 Aquastatik 1250x600x50 мм)

Определяем условное сопротивление теплопередачи конструкции по формуле (4)

$$\begin{aligned} R_0^{\text{пр}} &= \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,13}{0,041} + \frac{0,4}{1,92} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \times 0,88 \\ &= 3,17 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \end{aligned}$$

Проверяем выполняются ли условия по формуле (1)

$$3,09 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \leq 3,17 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} - \text{условия выполняются}$$

$$k = \frac{1}{3,17} = 0,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С})$$

Результаты расчетов теплотехнических характеристик ограждающих конструкций сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Теплотехнические характеристики конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{\text{ут}}$ , м	Толщина ограждающей конструкции, $\delta$ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R^{\text{пр}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $k$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{С})$
Наружная стена	0,1	0,50	4,22	0,23
Стены на грун	0,13	0,50	3,17	0,32
Чердачное перекрытие	0,43	0,69	4,1	0,24
Межэтажное перекрытие	0,43	0,40	4,23	0,24
Полы на –1 этаже				
Полы по зонам	I зона		2,3	0,42
	II зона		4,5	0,2
	III зона		8,8	0,11
	IV зона		14,4	0,07
Полы на 1 этаже				
Полы по зонам	I зона		2,2	0,45
	II зона		4,4	0,2
	III зона		8,7	0,11
	IV зона		14,3	0,07
Окно	Тройное остекление		0,6	1,6
Наружная дверь	Наружная дверь		0,81	1,23

## 2.2 Определение теплотерь здания

Целью расчета – определение нагрузок на отопление в здании. Расчет ведется по [5], сводится в таблицу 1, расположенной в приложение А.

Вывод по разделу 2

В данном разделе мы нашли теплотехнические характеристики конструкций и провели расчет нагрузок на все здания для системы отопления.



## **3 Теплоснабжение**

### **3.1 Система отопления**

«В данном дипломном проекте была разработана двухтрубная горизонтальная система отопления с тупиковым движением теплоносителя и нижней разводкой. Источник тепла – индивидуальная котельная, расположенный в подвале.

Теплоноситель – вода, с температурой в подающей магистрали 90°C, в обратной 70°C [12].

Проектирование системы отопления осуществлялось с учетом соблюдения санитарно–гигиенических, архитектурно–строительных.

Для системы использованы стальные трубы [9], проложенные в полу с тепловой изоляцией. Подающая и обратная магистрали проложены параллельно. В качестве отопительных приборов применены панельные радиаторы Kermi. Выпуск воздуха из системы осуществляется через краны Маевского, установленные сбоку приборов [25].

Магистральные трубопроводы и стояки покрыты тепловой изоляцией из вспененного каучука K–Flex ST.

Панельные радиаторы Kermi отличаются универсальностью, способностью работать при давлении до 10 атм и температуре теплоносителя до 110°C, а также совместимостью с различными материалами труб. Они могут применяться в одно– и двухтрубных системах отопления [7].

Радиаторы установлены под оконными проемами. Они имеют ряд преимуществ, таких как длительный срок службы (до 25 лет), возможность использования с любыми котлами, простота монтажа и привлекательный дизайн.

Наглядное изображение панельных радиаторов Kermi представлен на рисунке 1» [17].



Рисунок 1 – Панельные радиаторы Kermi

«Гидравлический расчет системы отопления [13].

Гидравлический расчет заключается в подборе диаметров труб, необходимых для обеспечения требуемого количества воды к отопительным приборам системы.

Основная задача гидравлического расчета главного циркуляционного контура заключается в подборе диаметров его отдельных участков таким образом, чтобы суммарные потери давления в контуре были на 5–10% ниже величины расчетного циркуляционного давления.

В системе отопления главное циркуляционное кольцо проходит через наиболее удаленный от источника тепла отопительный прибор:

1. Вычерчивается расчетная схема и выбирается основное циркуляционное кольцо. Для тупиковой системы отопления расчетное циркуляционное кольцо проходит через наиболее нагруженный и удаленный от теплового пункта прибор.

2. Циркуляционное кольцо делится на участки.

3. Определяются длины участков, их тепловые нагрузки, и расходы» [17].

$$G = \frac{0.86 \times Q}{(t_r - t_0)} \beta_1 \beta_2 = \frac{0.86 \times 42211 \times 1.03 \times 1.04}{90 - 70} = 1944 \text{ кг/ч}$$

«где  $t_r$  – температура подающей воды в местной системе отопления, °С;

$t_0$  – температура обратной воды в местной системе отопления, °С;

$\beta_1$  – коэффициент учета дополнительного теплового потока при округлении сверх расчетной величины, принимается по [6], приложение 2;

$\beta_2$  – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений, принимаем по [6], приложение 2.

4. Определяют расчетное циркуляционное давление для основного циркуляционного кольца  $\Delta p_p$ , Па, по формуле:

$$\Delta p_p = \Delta p_n, \quad (12)$$

где  $\Delta p_n$  – давление, которое развивает насос, Па, определяется по формуле (13);

5. Давление, создаваемое насосом  $\Delta p_n$ , Па, определяется по формуле:

$$\Delta p_n = 100 \cdot \Sigma l_{\text{оцк}} - 100 * 128,37 = 12837 \text{ Па} \quad (13)$$

где  $\Sigma l_{\text{оцк}}$  – длина участка основного циркуляционного кольца, м.

6. Определение средних удельных потерь давления на трение  $R_{\text{ср.ст}}$ , Па/м:

$$R_{\text{ср.ст}} = \frac{0,65 p_p}{\Sigma l} = \frac{0,65 * 12837}{128,37} = 65 \text{ Па/м}$$

Увязка приборов по ветке производится балансировочным клапаном ГЕРЦ. Характеристика балансировочного клапана ГЕРЦ представлена на рисунке 2» [17].

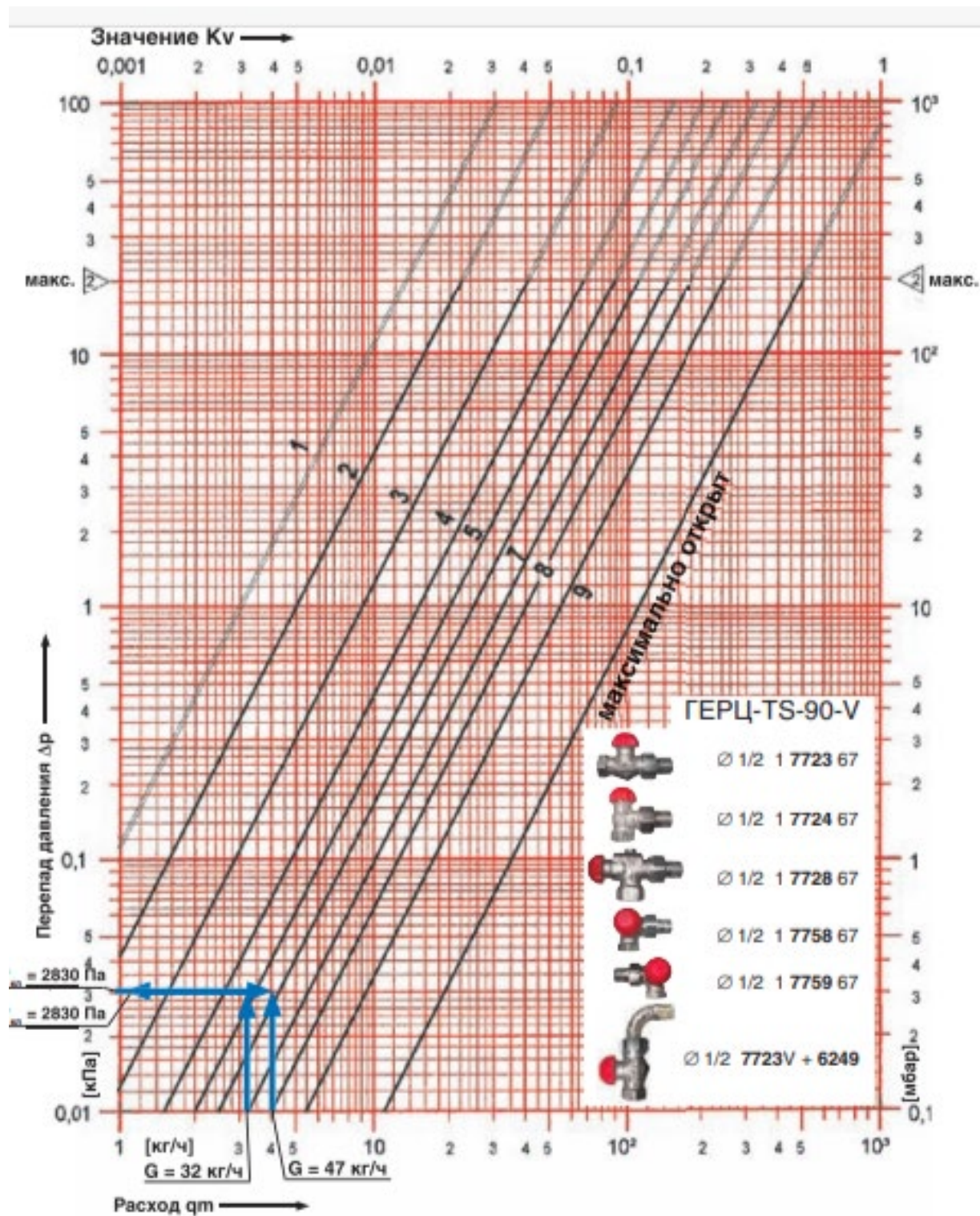


Рисунок 2 – Характеристика балансировочного клапана

Регулировку перепадов давлений на магистралях осуществляется с помощью ГЕРЦ. Характеристика регулятора давления ГЕРЦ представлена на рисунке 3.

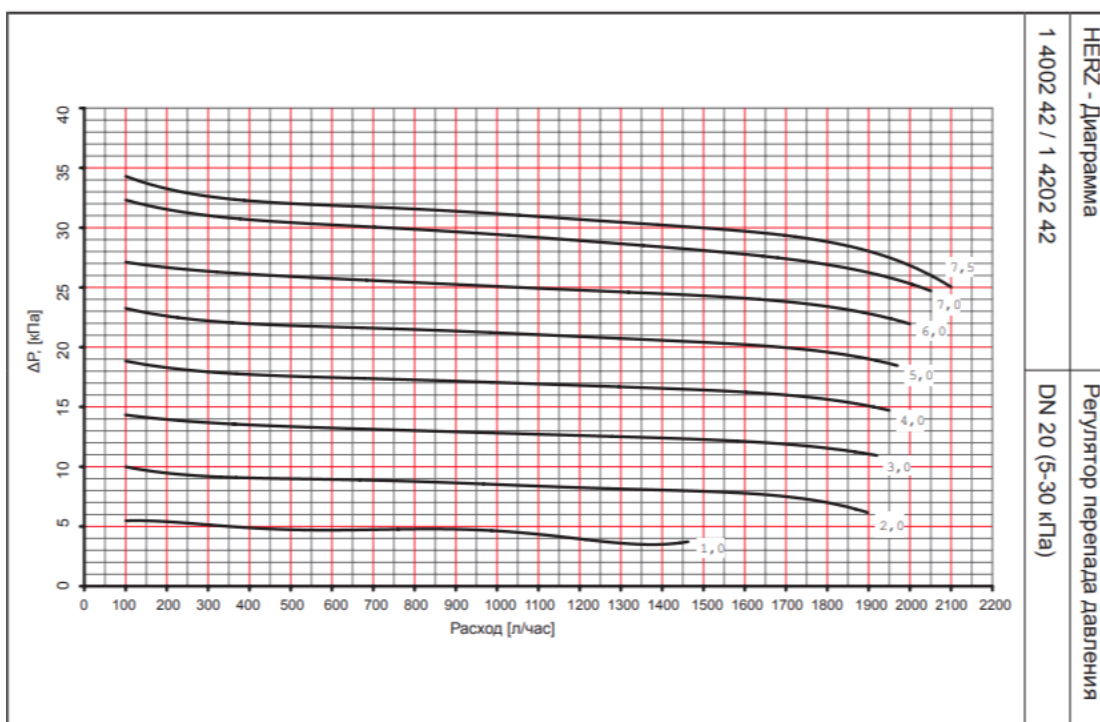


Рисунок 3 – Характеристика регулятора давления ГЕРЦ

Гидравлический расчет системы отопления представлена в таблице 10, расположенная в приложение Б.

Увязка приборов с помощью клапанов регулировки ГЕРЦ представлена в таблице 11, расположенная в приложение В.

«Подбор отопительных приборов.

В качестве отопительных приборов используются панельные радиаторы Kermi 33–500; Kermi 33–300; Kermi 33–800; Kermi 33–400; Kermi 22–200; Kermi 22–500; Kermi 22–400; Kermi 12–500; Kermi 12–400; Kermi 12–300.

Фактическая теплоотдача одной секции  $Q_{пр}$ , определяется по формуле:

$$Q_{пр} = Q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \times \left( \frac{G_{пр}}{360} \right)^p$$

где  $Q_{ном}$  – номинальная теплоотдача одной секции прибора отопления.

$\Delta t_{ср}$  – температурный градиент прибора С;

$G_{пр}$  – расход воды, кг/ч;

$P, n$  – эмпирические коэффициенты  $n=0.3, p=0.01$ ;

Температурный градиент прибора определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = 0,5 \times (t_{вх} + t_{вых}) - t_{в} \gg [17].$$

Расчет отопительных приборов представлен в таблицу Г.1, расположенной в приложение Г.

### 3.2 Горячее водоснабжение

Проектируется система циркуляции горячей воды с нижним распределением и установкой полотенцесушителей. Трубопроводы будут проложены в полу с теплоизоляцией.

«На стояках горячего водоснабжения предусмотрена установка запорной арматуры.

Полотенцесушитель подключается к циркуляционному трубопроводу.

Для системы горячего водоснабжения используются полипропиленовые трубы ЕКОPLASTIK PN 20 [9]. Температура теплоносителя составляет 65°C

Определение расходов горячей воды Количество жителей N=6  
количество приборов N= 8

$Q_0^h = 0.2$  – секундный расход прибора, л/с;

$q_{0,hr}^h = 200$  часовой расход прибора, л/с;

$q_{hr,u}^h = 8,5$  норма расхода горячей воды, л/с;

Исходные данные берутся из СП 30.13330.2016

Максимальный секундный расход горячей воды:

$$q_1^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (14)$$

где  $q_0^h$  – секундный расход горячей воды приборов, л/с;

$\alpha$  – коэффициент, определяем СП 30.13330.2020 [8, таб. Б.2]» [20].

«Вероятность действия санитарно–технических приборов

$$p^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}, \quad (15)$$

где  $q_{hr,u}^h$  – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/час;

U– число жителей в здании;

N– общее число приборов в здании, 8 штук;

$$p^h = \frac{8.5 \times 6}{3600 \times 0.2 \times 8} = 0.0089$$

$$\alpha = f(NP) = f(8 \times 0.0089) = f(0.0712)$$

$$\alpha = 0.306$$

$$q^h = 5 \times 0.2 \times 0.306 = 0.306 \text{ л/с.}$$

Максимальный часовой расход горячей воды СП.30.13330.2016

$$q_{hr}^h = 0.005 \times q_{0,hr}^h \times a_{hr}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (16)$$

где  $q_{0,hr}^h$ – расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час;

$a_{hr}$ – коэффициент, определяем из [8, прил. Б2].

Вероятность одновременного действия приборов в час;

$$P_{hr}^h = \frac{3600 p^h \times q_0^h}{q_{0,hr}^h} \quad (17)$$

где  $p^h$  – вероятность одновременного действия санитрано – технических приборов;

$q_0^h$  – секундный расход горячей воды приборов л/с;

$q_{0,hr}^h$  – расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час» [20].

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \times 0,0089 \times 0,2}{200} = 0,032$$

$$\alpha = f(NP) = f(8 \times 0.032) = f(0.256)$$

$$\alpha = 0.498$$

$$q_{hr}^h = 0.005 \times 200 \times 0,498 = 0,498 \text{ м}^3/\text{час}$$

«Средний часовой расход теплоты:

$$Q_T^h = 1.16 \times q_T^h \times (65 - t^c) \times Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (18)$$

где  $t^c$  – температура холодной воды, С;

$Q^{ht}$  – потери теплоты в системе горячего водоснабжения кВт (принимается 10%);

$q_T^h$  – средний часовой расход горячей воды м<sup>3</sup>/час [8];

$$q_T^h = \frac{q_u}{24}$$

Средний суточный расход горячей воды:

$$q_u = \frac{q_u^h \times U}{1000} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (19)$$

где  $q_u^h$  – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления, л/сут;

U – число потребителей в здании [8].

$$q_u = \frac{210 \times 8}{1000} = 0,576 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$q_T^h = \frac{0,576}{24} = 0,024$$

$$Q_T^h = 1.16 \times 0,024 \times (65 - 5) \times 1,1 = 38,13 \text{ кВт} \text{ [20].}$$

«Гидравлический расчет.

Цель – определить диаметр трубопроводов по допустимым скоростям и определить потери давления для подбора насоса.

Определить потери давления на расчетных участках по формуле:

$$\Delta p = Rl(1 + K_M), \text{ Па} \quad (20)$$



где  $R$  – удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участке, Па/м;

$l$  – длина растченого участка, м;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, согласно [8]:

Для закрытых систем :

$K_m=0,2$  – для подающих и циркуляционных магистральных трубопроводов;

$K_m=0,5$  – для трубопроводов в пределах котельной Скорость горячей воды должна быть  $0,7 < W < 1,5$  м/с.

Гидравлический расчет сводится в таблицу в таблице 13, расположенной в приложение Д.

Определение потерь теплоты подающими трубопроводами.

Потери теплоты определяются для каждого участка, учитывая теплоизоляцию в соответствии [8].

Расчёт введется исходя из средней температуры воды в системе:

$$t_{\Gamma}^{cp} = \frac{t_n + t_k}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (21)$$
$$t_{\Gamma}^{cp} = \frac{65 + 60}{2} = 62,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Потери теплоты (Вт) на каждом расчётном участке:

$$\Delta Q = \pi d_n l K (t_{\Gamma}^{cp} - t_{окр}) (1 - \eta)$$

где  $d_n$  – наружный диаметр, мм

$K$  – коэффициент теплопередачи для полипропиленовых труб  $0,75$  Вт/(м<sup>2</sup>°C );

$\eta = 0,8$  – КПД тепловой изоляции.

Расчеты потери теплоты сводятся в таблицу 14, расположенная в

приложение Е.

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов.

Циркуляционный расход воды у индивидуального теплового пункта,  $q^{cir}$ , кг/ч,:

$$q^{cir} = \frac{0.86 \times Q^{ht}}{\Delta t} \quad (22)$$

где  $Q^{ht}$  – суммарные потери теплоты, Вт;

$\Delta t$  – разница температур в подающих трубопроводах;

$$q^{cir} = \frac{0.86 \times 230}{65 - 60} = 39,56 \text{ кг/ч}$$

$$\frac{q_{ct\ 2}^{cir}}{q_5^{cir}} = \frac{Q_{ct\ 2}}{Q_{ct\ 2} + Q_{ct\ 1}}$$

$$q_{ct\ 2}^{cir} = 39.56 \times \frac{5.72}{112 + 5.72} = 1.92 \text{ кг/ч}$$

$$q_{ct\ 1}^{cir} = 39.56 - 1.92 = 37.54 \text{ кг/ч} \gg [20].$$

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов представлен в таблице Ж.1, расположенная в приложении Ж.

### 3.3 Подбор оборудования

Подбор котла осуществляется исходя из требуемой мощности системы отопления и ГВС  $Q=46685 \text{ Вт}=46,7 \text{ кВт}$ .

В помещении котельной устанавливается настенный газовый одноконтурный котел ACV Prestige 50 Solo МК4

Настенный газовый котел ACV Prestige 50 Solo МК4 – это идеальное решение для тех, кто ищет надежный и эффективный котел для отопления своего дома или офиса.

Среди главных преимуществ этого котла – высокая мощность, которая позволяет обеспечить быстрый и равномерный нагрев помещений любой

площади. Благодаря инновационной технологии, котел ACV Prestige 50 Solo МК4 обеспечивает высокую эффективность и экономичность работы.

Кроме того, котел имеет компактный и стильный дизайн, который позволяет установить его на любой стене, не занимая много места.

Настенный газовый котел ACV Prestige 50 Solo МК4 имеет множество полезных функций, которые обеспечивают максимальный комфорт и безопасность во время эксплуатации. Например, автоматический контроль температуры, защита от перегрева, а также защита от замерзания.

Котел ACV Prestige 50 Solo МК4 – это надежное и долговечное решение для отопления вашего дома или офиса. Он относится к категории настенных газовых котлов, имеет мощность 50 кВт и может работать на природном газе или пропане.

Выбирая настенный газовый котел ACV Prestige 50 Solo МК4, вы получаете надежное и эффективное решение для отопления своего дома или офиса, которое обеспечивает максимальный комфорт и безопасность во время эксплуатации.



Рисунок 4 – котел ACV

«Подбор водонагревателя.

Емкость накопительного водонагревателя рассчитывается в зависимости от длительности периода максимального водоразбора, м<sup>3</sup>;

$$W = \frac{T \times Q_{hr}^h}{1.16 \times (62.5 - t^c)} \quad (23)$$

Где T – длительность периода с максимальным водопотреблением, ч.  
Принимается 0,5

$$W = \frac{0,5 \times 38,13}{1.16 \times (62.5 - 5)} = 0,286 \text{ м}^3.$$

В котельной дополнительно к котлу устанавливается емкостной водонагреватель Thermex Champion ER 300 V 6 кВт.

Характеристика емкостного водонагревателя:

1. Рассчитан на 7 человек и более.
2. Объем резервуара: 300 литров
3. Вид нагрева: электрический
4. Номинальная мощность: 6 кВт» [11].

Наглядное изображение емкостного водонагревателя на рисунке 9.



Рисунок 5 – емкостной водонагреватель

«Подбор циркуляционного насоса.

Расчёт напора для циркуляционных насосов определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = \Delta H_{\text{тр}} + \Delta H_{\text{цир}} + \Delta H_{\text{г}} + H_{\text{св}}$$

$$H_{\text{тр}} = 3,2 + 0,33 + 6,3 + 3 = 12,83 \text{ м}$$

где  $\Delta H_{\text{тр}}$  – потери напора в подающем трубопроводе системы ГВС;

$\Delta H_{\text{цир}}$  – потери напора в циркуляционном трубопроводе системы ГВС

$\Delta H_{\text{г}}$  – геометрическая высота подъема воды; расстояние принятое от оси котла до верхнего прибора;

$H_{\text{св}}$  – свободный напор на излив для ванны, 3 м

Для подбора насоса расходы воды на ГВС принимается с 10%-ным запасом» [11].

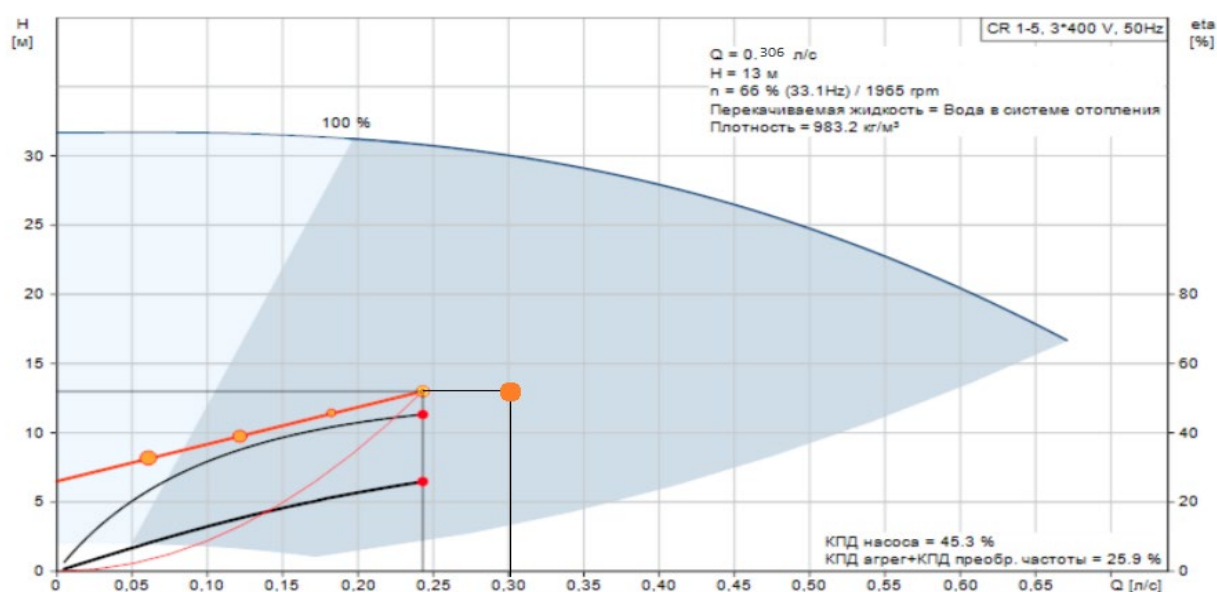


Рисунок 6 – характеристика насоса

«В системе отопления циркуляционное кольцо проходит через наиболее удаленный отопительный прибор.

Насосное циркуляционное давление принимается по предварительно подобранному расходу насоса марки UPS – 32 8 180.

Вывод по разделу 3

В данном разделе нами была рассчитана и выбрана система отопления, горячего водоснабжения. В результате этих расчетов был подобран котел и циркуляционный насос» [11].

## 4 Вентиляция

### 4.1 Выбор и конструирование принципиальных решений

«Для поддержания необходимых климатических условий в жилом доме используются как механические, так и естественные системы вентиляции. Приток свежего воздуха в здание обеспечивается с помощью бризер Lite.

Каналы естественной вентиляции для вытяжки воздуха проложены внутри стен. Для системы вентиляции применены оцинкованные стальные воздуховоды.

Дымовые газы от котла отводятся через отдельную дымовую трубу, которая расположена в специальной строительной конструкции» [8].

### 4.2 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен в здании рассчитывается с учетом требований по СП [12, табл. 8.1].

Расчет воздухообмена сводится в таблицу 16. Находиться в приложении 3.

### 4.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции

«Цель расчета – определение размеров вытяжных каналов для удаления нормируемого воздуха при расчетных условиях.

Расчет каналов проводят исходя из располагаемого давления,  $\Delta p_e$ , Па, при расчетной наружной температуре  $t_n = +5$  °С

$$\Delta p_e = h(p_n - p_v)g \quad (24)$$

где  $h$  – высота от оси жалюзийной решетки до верха вытяжной шахты, м;

$p_n, p_v$  – плотность соответственного наружного и внутреннего воздуха кг /м<sup>3</sup>

По объему воздуха и принятой скорости определяют предварительную площадь сечения каналов

$$F = \frac{L}{3600w}, \text{ м}^2 \quad (25)$$

Для прямоугольного воздуховода определяется эквивалентный диаметр

$$d_e = \frac{2ab}{a+b} \quad (26)$$

где  $a, b$  – стороны канала, мм.

Потери давления на трения на 1 м воздуховода и динамическое давление определяются по номограмме.

Сравнивают полученные суммарные сопротивление с располагаемым давлением. Допустимые отклонения при увязке давлений 5–10%» [8].

Результаты расчетов сводят в табл. 17. Таблица 17 находится в приложение И.

Вывод по разделу 4

В данном разделе нами была запроектирована и рассчитана система вентиляции с механическим притоком и естественной вытяжкой.

## 5 Водоснабжение и водоотведение

### 5.1 Холодное водоснабжение

«В индивидуальном жилом доме предусмотрена система холодного водоснабжения с нижней разводкой, рассчитанная на обслуживание необходимых потребителей. В доме установлено 9 водоразборных приборов [21]:

- Умывальник 3 шт.
- Мойка кухонная 1 шт.
- Ванна со смесителем 2 шт.
- Унитаз со смывным бачком 3 шт.

Для магистральных трубопроводов, стояков и подводок используются полипропиленовые трубы ЕКОPLASTIK PN20.

Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном 0,002. Все трубопроводы укладываются в полу с изоляцией. Стояки проложены скрытым образом. Ввод в здание осуществляется через котельную. Гарантируемый напор в сети составляет 30 м.

Расчетный расход воды для сантехнических устройств определен в соответствии с [8, табл. А1 и табл. А2].

Ванна со смесителем:

$$q_o^c = 0.3 \text{ л/с}$$

$q_o^c$  – секундный расход воды одним прибором

$$q_{o.hr}^c = 300 \text{ л/с}$$

$q_{o.hr}^c$  – часовой расход воды прибором

$$q_{hr.u}^c = 13 \text{ л/с}$$

$q_{hr.u}^c$  = норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления» [20].

$$q_{m.u}^c = 210 \text{ л/с}$$

$q_{m.u}^c$  норма расхода воды потребиителями в стуки наибольшго



## Водопотребления

Расчет выполненный в соответствии с методикой в [8].

$$p^c = \frac{13 * 6}{3600 * 0.3 * 9} = 0,0080$$

$$A=f(NP) = (9 \times 0,008) = (0.072)$$

$$A = 0.307$$

«Максимальный секундный расход холодной воды:

$$q^c = 5 \times 0.3 \times 0.307 = 0.461 \text{ л/с}$$

Вероятность одновременного действия приборов в час:

$$p_{hr}^c = \frac{3600 \times 0.008 \times 0.3}{300} = 0,0288$$

$$A=f(NP) = (9 \times 0,0288) = (0.259)$$

$$A = 0.502$$

Максимальный часовой расход холодной воды:

$$q_{hr}^c = 0.005 \times 300 \times 0.502 = 0.753 \text{ м}^3/\text{час}$$

Средний суточный расход холодной воды [8]:

$$Q_u^c = q_u^c \times U \times \frac{k}{1000}; \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}; \quad (27)$$

где  $q_u^c$ — норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут.

$k$ — коэффициент суточной неравномерности, принимают в пределах 1,1– 1,3;

$U$ — число жителей в здании.

$$Q_u^c = 210 \times 6 \times \frac{1,1}{1000} = 1,386 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}};$$

Гидравлический расчет холодного водоснабжения.

Цель: определить диаметры трубы и потери напора в системе водоснабжения здания.

Результаты расчета представлены в таблице 18, расположенный в приложении К.

Определение требуемого напора.

Требуемый напор в сети водопровода для хозяйственно–питьевых нужд определяется как сумма величин из равенства:

где  $h_1$ –свободный напор у самой высокой точки водопотребления ,3м;

$h_2$ –геодезическая высота расположения диктующей точки;

$h_3$ –сумма потерь напора в сети;

$h_4$ –потери напора в счётчике воды.

Минимальная глубина заложения рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта:

$$H_{\text{ввода}} = h_{\text{пром}} + 0,5 \quad (28)$$

$h_{\text{пром}}$  –глубина промерзания грунта для района строительства

$$H_{\text{ввода}} = 1,65 + 0,5 = 2,15 \text{ м}$$

Определение потерь напора в водосчётчиках:

$$\Delta h = S \cdot q^2, \text{ м} \quad (29)$$

где  $S$ – сопротивление счётчика  $14.5 \text{ м}/(\text{л}\cdot\text{с})^2$ ;

$q$ –расчётный расход воды на участке установки счётчика, л/с.

$$\Delta h = 14.5 \times 0.307^2 = 1,37 \text{ м}$$

$$H_{\text{тр}} = 3 + 4,5 + 6,4 + 1,37 = 15,3 \text{ м}$$

$$H_{\text{тр}} < H_{\text{гар}} = 15,3 < 30$$

Можно сделать вывод, что результаты гидравлического расчета можно считать удовлетворительным. Повысительный насос устанавливать в системе не требуется» [20].

## 5.2 Канализация

«Внутренняя канализация представляет собой самотечную систему движения сточных вод. Стояки прокладываются скрыто. Для трубопроводов магистралей, стояков и подводок используются полипропиленовые трубы [10].

Определение расходов канализации.

При общем расчетном секундном расходе воды в сетях холодного и горячего водоснабжения  $q^{tol} \leq 8$  л/с для сети [8];

$$q^s = q^{tol} + q_0^s, \text{ л/с}$$

где  $q_0^s$  –наибольший секундный расход сточных вод от прибора, как правило 1,6 л/с от унитаза.

Расчет ведется согласно методике» [20].

Средний суточный расход сточных вод:

$$Q_u^{tot} = 210 \times 6 \times \frac{1.1}{1000} = 1.386 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Вероятность действия санитарно–технических приборов:

$$p^{tot} = \frac{13 * 6}{3600 * 0.3 * 9} = 0,0080$$

$$A=f(NP) = (9 \times 0.008) = (0.072)$$

$$A = 0.307$$

Максимальный секундный расход:

$$q^{tot} = 5 \times 0.3 \times 0.307 = 0.461 \text{ л/с}$$

$$q^s = 0.461 + 1.6 = 2.06 \text{ л/с}$$

Вероятность одновременного действия приборов в час:

$$p_{hr}^c = \frac{3600 \times 0,008 \times 0,3}{300} = 0,0288$$

$$A=f(NP) = (9 \times 0.0288) = (0.259)$$

$$A = 0.502$$

Максимальный часовой расход воды:

$$q_{hr}^c = 0.005 \times 300 \times 0.502 = 0.753 \text{ м}^3/\text{час.}$$

«Гидравлический расчет внутренней канализации.

Цель: определить диаметр труб и уклонов для обеспечения самоочищающей скорости  $V > 0.7$  и условия наполнения трубопровода  $0,3 \leq \frac{h}{d} \leq 0.6$ . Уклоны и диаметры для полипропиленовых труб определяются по [10]. Расчет внутренней канализации сведен в таблицу 19, расположенный в приложение Л.

Минимальная глубина выпуска рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта:

$$H_{\text{выпуска}} = h_{\text{пром}} - 0,3$$

где  $h_{\text{пром}}$  – глубина промерзания грунта для района строительства» [20].

$$H_{\text{выпуска}} = 1,65 - 0,3 = 1,35 \text{ м.}$$

Вывод по разделу 5

В данном разделе нами была создана система водоснабжения здания и соответственно ее удаление из здания в септик.

## 6 Газоснабжение

«В многоквартирном доме устанавливается газовый котел мощностью 50 кВт и газовая плита мощностью 12 кВт. Газопровод, ведущий в котельную, проложен надземным способом. В помещении котельной установлен счетчик газа. Подключение приборов осуществляется с помощью гибких трубопроводов. Проектируемый газопровод закреплен на опоре и металлических хомутах на заборе с шагом не более 3,5 м.

Подключение газопровода производится к крану диаметром 25 мм на газопроводе низкого давления

Прокладка проектируемого газопровода к жилому дому выполнена надземным способом с использованием стальных водогазопроводных труб согласно [15]. Давление в точке подключения составляет 0,0015 МПа.

При прохождении через стену жилого дома газопровод проложен в футляре.

Внутренний и наружный газопровод окрашен водостойким лакокрасочным материалом.

На вводе газопровода в котельную, перед счетчиком, установлен автоматический газоанализатор СИКЗ для автоматического контроля загазованности опасными для здоровья веществами в помещении» [24].

«Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения.

Расход газа определяется по формуле:

$$Q_{\text{пот}} = \frac{3600 \cdot N}{Q_{\text{H}}^{\text{с}} \cdot \text{КПД}} \quad (30)$$

где N—мощность прибора, для 4-х газовой конфорочной плиты, принимается

12 кВт, для котла 50 кВт;

$Q_{\text{H}}^{\text{с}}$  —низшая теплота сгорания 34,5 МДж/м<sup>3</sup>.

$$q_{\text{плиты}} = \frac{3600 \cdot 12}{34,5} = 1,25 \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$$q_{\text{котла}} = \frac{3600 \cdot 50}{34,5 \cdot 0,95} = 5,51 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определение среднего гидравлического уклона  $R_{\text{ср}}$ , Па/м определяется по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{\Delta P_{\text{зд}} - \Delta P_{\text{пр}} - \Delta P_{\text{сч}}}{1,3 \cdot \sum l_i}$$

где  $\Delta P_{\text{зд}}$  – потери давления в внутреннем газопроводе при  $P_0 = 1,5$  кПа, принимаемый 500 Па;

$\Delta P_{\text{пр}}$  – падение давления в арматуре прибора и трубах, принимаемый для котла 100 Па;

$\Delta P_{\text{сч}}$  – потери давления в счётчике, 200 Па;

$\sum l_i$  – сумма длин участков главного расчётного направления, м.

$$R_{\text{ср}} = \frac{500 - 100 - 200}{1,3 \cdot 29,32} = 5,217 \text{ Па/м}$$

Расчёт длины участков вычисляются по формуле:

$$I = l_1 + E\xi \times Id$$

где  $l_1$  – фактическая длина участка, м;

$\sum \zeta$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений участка;

$Id$  – эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м потери давления, на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента  $\xi = 1$ » [24].

Гидравлический расчет системы внутреннего газопровода сводится в таблицу 20, расположенная в приложение М.

Сравниваем полученное значение потери давления с давлением, которое идет на подпитку дома.

200 > 114 – Условия выполняются.

Вывод по разделу 6

В данном разделе была задача рассчитать систему газоснабжения, нам удалось под считать, были подобранны диаметры и все условия выполнены.

## 7 Автоматизация

Автоматизация котла (Рисунок 11).

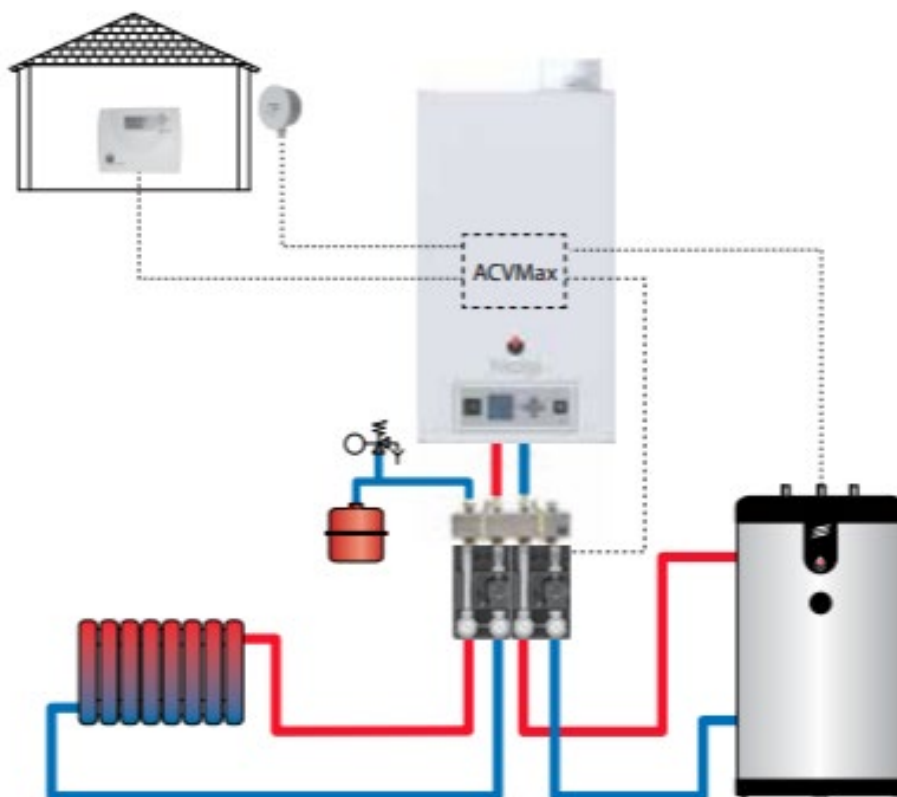


Рисунок 7 – Схема автоматизации

Данная схема предполагает управление отопительным контуром с помощью комнатного термостата. По сигналу комнатного термостата происходит включение нагрева или его выключение.

Температура нагрева санитарной воды контролируется при помощи дополнительного датчика NTC (опция). Приоритет нагрева ГВС всегда активен.

В этой конфигурации, котел постоянно адаптирует свою работу в зависимости от температуры наружного воздуха, если установлен датчик уличной температуры (опция). Благодаря этому, система отопления может точно подстраиваться под текущие метеоусловия [14].

Циркуляционный насос системы отопления включается, как только комнатный термостат генерирует сигнал на нагрев. Это позволяет поддерживать комфортную температуру в помещении.

Кроме того, циркуляция теплоносителя активируется, когда требуется нагрев горячей воды для бытовых нужд.

Вывод по разделу 7

В данном разделе мы с помощью передовых технологий смогли автоматизировать наш дом, сделали его умным и удобным для человека.



## 8 Организация монтажных работ

Организация монтажных работ системы отопления запроектирована в соответствии с ЕНиР; СП 73.13330.2016; СП 48.13330.2011.

«Подготовка объекта к монтажу, а также выбор метода монтажа системы индивидуального отопления в значительной мере зависят от типа устанавливаемых нагревательных приборов и схемы разводки трубопроводов. В соответствии с графиком работ к началу монтажа на объект необходимо завести заготовки, вспомогательные материалы, инструменты и приспособления. Радиаторы следует подавать на объекты монтажа в контейнерах, скомплектованных на этаж. Средства крепления нагревательных приборов доставляются на объекты в отдельных ящиках.

После приемки объекта под монтаж начинают с прокладки магистральных трубопроводов, затем монтируют стояки и отопительные приборы.

Монтаж магистральных трубопроводов выполняют в следующей последовательности: размечают оси трубопроводов и места креплений; закрепляют кронштейны; укладывают монтажные узлы на кронштейны; производят их сварку; выверяют уклоны трубопроводов; устанавливают хомуты; присоединяют стояки к магистрали. Средства крепления должны обеспечивать правильное монтажное положение трубопровода, быть прочными и надежными [22].

Отопительные приборы монтируют в следующей последовательности: размечают по шаблону места установки кронштейнов; осуществляют пристрелку кронштейнов к строительным конструкциям с помощью строительного монтажного пистолета или заделывают кронштейны в стену в предварительно подготовленные электроинструментом отверстия; выверяют кронштейны по уровню и отвесу; устанавливают отопительные приборы на кронштейны, выверяют их по уровню и отвесу» [10].

«Кронштейны под отопительные приборы следует крепить к стенам дюбелями. Допускается заделка кронштейнов в подготовленное отверстие

цементным раствором марки не ниже 100 на глубину не менее 100 мм (без учета толщины слоя штукатурки)». Одновременно с монтажом отопительных приборов можно устанавливать стояки. Разборные соединения на стояках предусматриваются лишь в местах их присоединения к магистралям, где, как правило, размещается отключающая арматура» [20].

«Перед монтажом арматуру нужно тщательно осмотреть. Если на корпусе имеется направляющая стрелка, то устройство необходимо устанавливать таким образом, чтобы перемещение потока теплоносителя соответствовало указанному направлению. Задвижки, вентили или краны на стояках располагают по возможности ближе к магистралям» [20].

@Магистраль трубопроводов верхнего розлива прокладывают не менее 1 м от внутренней поверхности наружных стен. От поверхности стены подвала или подпольного канала трубу устраивают не ближе 100 мм для возможности их теплоизоляции. Расстояние от поверхности изоляции до пола канала должно быть не менее 25 мм. При прокладке смежных труб расстояние между их осями должно быть не менее 200 мм» [10].

«Согласно СНиП 2.04.05–91 средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа до 3 м не предусматриваются, в производственных зданиях они располагаются через 3 м.

В местах пересечения трубопроводов перекрытий и стен устанавливаются гильзы из труб большего диаметра, аналогично системам газоснабжения.

Радиаторы всех типов монтируют на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм – от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм – от поверхности штукатурки стены. При отсутствии подоконной доски расстояние 50 мм следует принимать от верха прибора до низа оконного проема.

Отопительные приборы устанавливаются на кронштейнах. Число кронштейнов принимается из расчета один на 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева чугунного радиатора, но не менее трех на радиатор.

После монтажа систем отопления производят их наружный осмотр, гидростатические испытания и испытания на тепловой эффект» [10].

«Испытание водяных систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения следует выполнять при отключенных теплогенераторах и расширительных сосудах гидростатическим методом под давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) в самой нижней точке системы».

«Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением: падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2 кгс/см<sup>2</sup>); отсутствуют течи тепло– или холодоносителя в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании».

«Пробное давление при гидростатическом методе испытания систем отопления и теплоснабжения, присоединенных к тепловым сетям централизованного теплоснабжения, не должно превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов и отопительно–вентиляционного оборудования». представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Ведомость объемов работ

«Вид работ	Объем работ	
	Ед. изм.	Кол–во
Разметка мест прокладки трубопроводов	356 м	4,45
Сверление и пробивка отверстий диаметром до 25 мм	60 отв.	0,22
Прокладка трубопроводов		
Ø15	м	195
Ø 20		78
Ø 25		73
Ø 32		9
Ø 40		1
Установка запорной и регулирующей арматуры	шт.	40
Установка котла	шт.	1
Монтаж теплового узла		1
Установка расширительного бака		1
Установка насосов		1
Гидравлические испытания трубопроводов	356 м	4,45» [10].

При монтаже системы отопления предусмотрено использование некоторых механизмов и инструментов, представленных в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень используемых инструментов и механизмов

«Наименование работ	Инструменты и приспособления	ГОСТ, марка
Зажим трубопроводной заготовки	Тиски слесарные	ГОСТ 4045–75
Резка и перерубка труб	Электрорез	ЭТР–21–60
Сверление	Сверлильные машины электрические	ЭИ 1020
Сборка трубных узлов	Ключи (ключ трубный рычажный; ключ гаечный двухсторонний; ключ гаечный разводной; ключ радиаторный)	КТР–1, КТР–2; ГОСТ 2839–80; ГОСТ 7275–75; СТД–960
Испытание трубных узлов	Пресс гидравлический приводной	ВМС – 45М
Энергопитание инструмента	Катушка кабельная	СТД – 422» [10].

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по ЕНиР [4]. Расчет представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Вид работ	Ед. изм.	ЕНиР	Норма времени чел–час	Трудоемкость		Численный состав звена, и его разрядность рекомендуемый ЕНиР
					объем работ	чел–дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	356 м	Е9–1–1	2,3	4,45	1,42	Монтажник внутренних санитарно–технических систем и оборудования, 4 разряд – 2 человека
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях диаметром до 25 мм	60 отв.	Е9–1–46	18,5	0,13	0,29	3 разряд – 1 человек
3	Прокладка стальных труб	м	Е9–1–2				4 разряд – 2 человек 3 разряд – 2 человек
	Ø 15			0,2	195	4,75	
	Ø 20			0,2	78	1,9	
	Ø 25			0,2	73	1,7	
	Ø 32 Ø40			0,2 1	9 1	0,22 0,02	

Продолжение таблицы 11

№ п/п	Вид работ	Ед. изм.	ЕНиР	Норма времени чел-час	Трудоемкость		Численный состав звена, и его разрядность рекомендуемый ЕНиР
					объем работ	чел-дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
4	Установка кранов	шт.	Е9–1–18	0,24	40	1,2	4 разряд – 1 человек
5	Монтаж теплового узла	шт.					
	Монтаж котла		Е9–1–23	2,7	1	0,338	6 разряд – 1 человек 5 разряд – 1 человек 4 разряд – 1 человек 3 разряд – 1 человек
	Установка расширительного бака		Е9–1–31	2,1	1	0,263	4 разряд – 1 человек
	Установка насосов		Е9–1–37	1,7	1	0,213	4 разряд – 1 человек.
6	Испытание трубопроводов						
	Первое рабочее испытание отдельных частей системы	356 м	Е9–1–8	5,3	4,4	2,84	5 разряд – 1 человек 4 разряд – 1 человек 3 разряд – 1 человек
	Рабочая проверка системы в целом	356 м	Е9–1–8	2,8	4,4	1,5	6 разряд – 1 человек 5 разряд – 1 человек 4 разряд – 1 человек
	Окончательная проверка при сдаче системы	356 м	Е9–1–8	2,3	4,4	1,23	6 разряд – 1 человек 5 разряд – 1 человек
Итого:						17,9	
Подготовительные работы:						0,7	
Неучтенные работы:						1,79	
Всего						20,39	

Вывод по разделу 8

В данном разделе нами была проведена работа по монтажу системы отопления нашего проекта, были приняты нужные для нас работы, рассчитаны человеческие и материальные ресурсы здания.

## 9 Безопасность и экологичность технического объекта

### 9.1 Конструктивно–технологическая и организационно–техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

«Предметом выпускной квалификационной работы является индивидуальный жилой дом, технические характеристики которого приведены в таблице 12 в виде технологического паспорта. Данный двухэтажный дом с подвалом расположен в городе Тольятти, и в нем выполнены монтажные работы по установке систем газоснабжения, водоотведения, горячего и холодного водоснабжения, а также отопления. Монтаж газоснабжения сделан в соответствии с СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» [16].

Таблица 12 – Технологический паспорт объекта

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Монтаж системы газоснабжения	Сварка и резка газопроводных труб	Газосварщик 4разряда	Газосварочный пост, шлифовальная машинка, электрический перфоратор	Металл, Обтирочная ветошь, ацетилен, кислород» [16].

### 9.2 Идентификация профессиональных рисков

«В рамках данной работы была проведена идентификация профессиональных рисков, связанных с технологическим процессом монтажа системы газоснабжения и различными видами выполняемых работ. Были выявлены наименования возникающих опасных и/или вредных производственно–технологических факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [1]. Представлено в таблице 13.

Таблица 13 – идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
2	3	4
Сварка и резка газопроводных труб	Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки, уровень шума на рабочем месте	Газосварочный пост, шлифовальная машинка
Работа с электроинструментом	Травмирование вращающимися и движущимися частями оборудования	Перфоратор» [1].

### 9.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Разработаны методы и средства снижения профессиональных рисков, а именно подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Таблица 14 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно–технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
2	3	4
Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки	Шлифование заготовки	Рукавицы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Необходимо носить противошумные наушники	Наушники
Пожар	Наличие противопожарных средств тушения, огнетушители	Спецодежда, противогаз
Поражение электрическим током	Изоляция кабелей и проверка электрооборудования	Спецбувь, спецодежда, перчатки» [16].

### 9.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Противопожарное оборудование должно быть легкодоступным и в исправном состоянии.

При разработке организационно–технических мер по обеспечению пожарной безопасности определенного технического объекта необходимо учитывать, что пожары классифицируются по типу горючего материала и подразделяются на различные классы» [16].

Таблица 15 – Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Участок, подразделение»	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
2	3	4	5	6
Кухня	Газовая плита	С	Возможность возникновения пожара	Разрушение строительных конструкций, осколки.
Котельная	Газовый котел	С	Возможность возникновения пожара	Разрушение строительных конструкций, осколки» [16].

«Необходимо подобрать использование достаточно эффективных организационно–технических методов и технических средств, принятых для защиты от пожара» [16].

Таблица 16 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения»	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители			Установка отключающего устройства на вводе газопровода в здание	–	Противогаз, вода		Сигнализация с оповещением в пожарную часть» [16].

## 9.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Необходимо провести идентификацию сопутствующих возникающих негативных экологических факторов, результаты которой отразить в таблице 17.

Таблица 17 – Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса»	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Двухэтажный индивидуальный жилой дом	Сварка, резка труб	Выбросы газов	Канализация сточных вводов	Строительный мусор» [16].



Таблица 18 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта»	Монтаж газоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия наатмосферу	Контроль качества системы газоснабжения, устранение утечек газа.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия нагидросферу	Прочистка, откачивание выгребных ям
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия налитосферу	Своевременный вывоз мусора , прокладкатрубопроводов в футлярах» [16].

### Выводы по 9 разделу

В данном разделе была проработана безопасность на данном проекте.

«В разделе "Безопасность и экологичность технического объекта" был рассмотрен процесс монтажа системы газоснабжения. Были выявлены конкретные технологические операции, а также оборудование и материалы, используемые в данном технологическом процессе [26].

На объекте были идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, такие как риск возникновения пожара, поражение электрическим током, повышенный уровень шума, острые кромки, заусенцы и шероховатость поверхностей.

Для устранения или минимизации воздействия вредных и опасных факторов были разработаны соответствующие методы и средства защиты. Также для работников предусмотрены средства индивидуальной защиты.

Были разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности жилого дома. Для помещений, где возможно возникновение пожара, были установлены классы опасности.

Кроме того, были идентифицированы негативные экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на объекте» [16].

## Заключение

В данной бакалаврской работе были разработаны инженерные системы для двухэтажного жилого дома, расположенного в городе Тольятти. Также был проведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций и определены необходимые толщины теплоизоляционных материалов для кровли и внешних стен и пола. Была создана табличка теплотерь здания, где для каждой комнаты были рассчитаны свои потери тепла.

В рамках данного проекта была рассчитана система отопления, она представляет себя двухтрубную систему горизонтального типа. В данной работе были приняты стальные трубы. Были приняты температуры теплоносителя 90 на выходе из котла и 70 на входе. Был проведен гидравлический расчет, была проведена увязка приборов и были подобраны отопительные приборы.

Для отопительных приборов были выбраны панельные стальные радиаторы Kermi. Так же параллельно нам нужно было рассчитать систему горячего водоснабжения, что мы прекрасно сделали. Проектируется система циркуляции горячей воды с нижним распределением и установкой полотенцесушителей. Трубопроводы будут проложены в полу с теплоизоляцией. На стояках горячего водоснабжения предусмотрена установка запорной арматуры.

Было подобрано необходимое оборудование для котельной, было принят котел ACSV для обеспечения нашего проекта. Также был принят насос циркуляционный на ГВС и на систему отопления. Для ГВС был подобран водонагреватель косвенного нагрева.

В данном проекте система вентиляции представляет из себя с механическим притоком и естественной вытяжкой. Приток обеспечивают клапана фирмы бризер Lite. Данные фильтры способны нагревать воздух, очищать его и подавать с разной производительностью в помещения нашего

здания. Вытяжка представляет из себя естественное побуждение за счет разницы давления. Воздуховоды приняты стальные.

Также были разработаны системы холодного водоснабжения. Представляет из себя систему с нижней разводкой, рассчитанная на обслуживание необходимых потребителей. В доме установлено 9 водоразборных приборов. Для системы используются полипропиленовые трубы ЕКОPLASTIK. Внутренняя канализация представляет собой самотечную систему движения сточных вод, которые идут в септик, расположенный на территории участка.

Кроме того, в работе были затронуты вопросы безопасности жизнедеятельности. В рамках данной работы была проведена идентификация профессиональных рисков, связанных с технологическим процессом монтажа системы газоснабжения и различными видами выполняемых работ. Были выявлены наименования возникающих опасных и/или вредных производственно–технологических факторов.

Выполнен расчет организации строительно–монтажных работ по установке инженерных систем, в нашей работе это система отопления. Были подобраны и рассчитаны материальные и трудовые ресурсы на данный проект.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. ГОСТ 12.0.003–74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/5200224>
2. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013.01.01. – М.: Стандартинформ, 2013.
3. ГОСТ 3262–75 Трубы стальные водогазопроводные. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200001411>
4. ЕНиР. Сборник Е9. Вып. 1. Санитарно–техническое оборудование зданий и сооружений/Госстрой СССР.–М.:Стройиздат, 1987,79 с. 65
5. Каталог «Сезон» [Электронный ресурс]. URL: Подробнее: <https://zavodsezon.ru/catalog/>
6. Каталог ЕКОPLASTIK [Электронный ресурс]: <https://wavin-ekoplastik.ru/>
7. Каталог балансировочных клапанов Danfoss.
8. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов.–М.: Стройиздат, 1985.–208 с. 66
9. Малявина, Е.Г. Теплотери здания / Е.Г. Малявина. – М.: АВОКПРЕСС, 2007. – 144 с.
10. Организация производства работ по монтажу систем ТГВ: Методические указания к дипломному проектированию / Сост. Маслова Н. В. – Тольятти: ТолПИ, 1997.
11. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. – Будивельник, 1983. – 272 с.
12. Официальный сайт компании «ROCKWOOL» [Электронный ресурс]: <https://www.rockwool.ru/>

13. Покотилов, В.В. Пособие по расчету систем отопления: собственное издательство, 2006
14. Проектирование автоматизированных систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий. Пособие. Danfoss, 2015.
15. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник / Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефанов Е. М. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.
16. Пчелинцев В.А Охрана труда в строительстве : учеб. для вузов по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / В. А. Пчелинцев, Д. В. Коптев, Г. Г. Орлов. – Москва : Высш. шк., 1991. – 271, [1] с. : ил. – (Промышленное и гражданское строительство). – Библиогр.: с. 269.
17. Сканави, А.Н., Махов Л.Н. Отопление. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство», специальности 290700. –М.: АСВ, 2002.
18. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99\*. – Введ. 2013.01.01.– М.: Минрегион России, 2012. – 120 с.
19. СП 23–101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004.06.01. –М.: ФГУП ЦПП, 2004.
20. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85\* . – Введ. 2013.01.01. – М.: Минрегион России, 2012.
21. СП 31–106–2002. Проектирование и строительство инженерных систем одноквартирных жилых домов. – Введ. 2002.09.01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002.
22. СП 40–101–96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер".[Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/871001059>
23. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.– Введ. 2013.07.01. – М.: Минрегион России, 2012.

24. СП 62.13330.2011\*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42–01–2002. – Введ. 2003.07.01.– М.: ФГУП ЦПП, 2005.

25. Теплоснабжение: Учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с., ил.;

26. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7–ФЗ «Об охране окружающей среды».

Приложение А  
**Определение нагрузок на отопление здания**

Таблица А.1 – Определение нагрузок на отопление здания

№	пом-ие	ограждающие конструкции							Теплопотери	добавочные теплопотери		1 + ζ	теплопотери, Вт			
		Огр.к.	ориентация	размеры, м		площадь, м2	К	Δt		на ориентацию	прочие		Q(1+ ζ)	Qинф	Qбыт	Q <sub>0</sub>
				a	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	гостинная	НС	С	12,57	3	34,485	0,23	47	372,783	0,1	0,05	1,15	428,7	841,318	276,32	5458,9
20		НС	З	5,3	3	10,5	0,23	47	113,505	0,05	0,1	1,15	130,531			
		НС	Ю	12,57	3	34,485	0,23	47	372,783	0	0,1	1,1	410,061			
		О	С	2,15	1,5	3,225	1,6	47	242,52	0,1	0	1,1	266,772			
		О	З	3,6	1,5	5,4	1,6	47	406,08	0,05	0	1,05	426,384			
		ПЛ	I зона	4	27,8	111,2	0,45	47	2351,88	0	0	1	2351,88			
		пл	II зона	0,8	8	6,4	0,2	47	60,16	0	0	1	60,16			
		О	Ю	2,15	1,5	3,225	1,6	47	242,52	0	0,1	1,1	266,772			
												Σ	<b>4341,26</b>			
102	Кухня	НС	С	3,037	3	6,861	0,23	47	74,1674	0,1	0	1,1	81,5842			
20		О	С	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0	1,1	186,12			
												Σ	<b>267,704</b>			
103	Столовая	НС	С	3,12	3	7,11	0,23	47	76,8591	0,1	0	1,1	84,545	270	120,53	661,195
20		О	С	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0	1,1	186,12			
												Σ	<b>270,665</b>			
104	Ванна	НС	С	3,386	3	7,908	0,23	51	92,7608	0,1	0	1,1	102,037	317	131,75	752,747
24		О	С	1,5	1,5	2,25	1,6	51	183,6	0,1	0	1,1	201,96			
												Σ	<b>303,997</b>			
105	Спальня	НС	С	4,638	3	11,664	0,23	47	126,088	0,1	0,05	1,15	145,001	708	307,36	1851,01
20		О	С	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0	1,1	186,12			
		НС	В	5,35	3	12,825	0,23	47	138,638	0,1	0,05	1,15	159,434			
		О	В	2,15	1,5	3,225	1,6	47	242,52	0,1	0	1,1	266,772			
		НС	Ю	2,3	3	6,9	0,23	47	74,589	0	0,05	1,05	78,3185			
												Σ	<b>835,645</b>			
106	Тамбур	НС	В	2,173	3	4,629	0,23	47	50,0395	0,1	0	1,1	55,0434	211	94,18	644,302
20		НД	В	0,9	2,1	1,89	1,23	47	109,261	0,1	1,5	2,6	284,078			
												Σ	<b>339,122</b>			
107	Гардероб	НС	В	2,1	3	4,95	0,23	43	48,9555	0,1	0,05	1,15	56,2988			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

№	пом-ие	ограждающие конструкции							Теплопотери	добавочные теплопотери		1 + k	теплопотери, Вт			
		Огр.к.	ориентация	размеры, м		площадь, м2	К	Δt		на ориентацию	прочие		Q(1+ k)	Qинф	Qбыт	Q0
				a	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16		О	В	0,9	1,5	1,35	1,6	43	92,88	0,1	0	1,1	102,168	260	116,11	802,684
		НС	С	2,3	3	6,9	0,23	43	68,241	0,1	0,05	1,15	78,4772			
		ПЛ	І зона	4,9	2	9,8	0,45	43	189,63	0	0	1	189,63			
												Σ	<b>426,574</b>			
108	Спальня	НС	В	5,374	3	13,872	0,23	47	149,956	0,1	0,05	1,15	172,45	994	180,8	2162,35
20		О	В	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0,05	1,15	194,58			
		О	Ю	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0	0,1	1,1	186,12			
		ПЛ	І зона	4,6	2	9,2	0,45	47	194,58	0	0	1	194,58			
			ІІ зона	3,4	2	6,8	0,2	47	63,92	0	0	1	63,92			
			ІІІ зона	0,3	2	0,6	0,11	47	3,102	0	0	1	3,102			
		НС	Ю	5,594	3	14,532	0,23	47	157,091	0	0,1	1,1	172,8			
												Σ	<b>987,552</b>			
109	с.у	НС	Ю	3,4	3	10,2	0,23	51	119,646	0	0	1	119,646	166	68,17	443,321
24		ПЛ	І зона	3	1,3	3,9	0,45	51	89,505	0	0	1	89,505			
												Σ	<b>209,151</b>			
110	Спальня	НС	Ю	5,489	3	14,217	0,23	47	153,686	0	0,1	1,1	169,054	664	296,65	2374,91
20		О	Ю	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0	0,1	1,1	186,12			
		НС	З	4,15	3	10,2	0,23	47	110,262	0,05	0,1	1,15	126,801			
		О	З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0,1	1,15	194,58			
		ПЛ	І зона	8	4	32	0,45	47	676,8	0	0	1	676,8			
			ІІ зона	3,1	2,09	6,479	0,2	47	60,9026	0	0	1	60,9026			
												Σ	<b>1414,26</b>			
111	Спальня	НС	З	2,934	3	6,552	0,23	47	70,8271	0,05	0	1,05	74,3685	423	189,04	1066,17
20		ПЛ	І зона	4,7	2	9,4	0,45	47	198,81	0	0	1	198,81			
			ІІ зона	0,7	0,5	0,35	0,2	47	3,29	0	0	1	3,29			
		О	З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0	1,05	177,66			
												Σ	<b>454,128</b>			
112	ЛК	О	З	2,37	3	4,86	0,23	47	52,5366	0,05	0	1,05	55,1634	328	80	640,823
20			З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0	1,05	177,66			
		НС										Σ	<b>232,823</b>			



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

№	пом-ие	ограждающие конструкции							Теплопотери	добавочные теплопотери		1 + $\xi$	теплопотери, Вт			
		Огр.к.	ориентация	размеры, м		площадь, м <sup>2</sup>	К	$\Delta t$		на ориентацию	прочие		Q(1+ $\xi$ )	Q <sub>инф</sub>	Q <sub>быт</sub>	Q <sub>0</sub>
				a	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2 этаж																
201	Спальня	НС	С	12,57	3,5	40,77	0,23	47	440,724	0,1	0,05	1,15	506,832	1776	499,2	5058,23
20		О	С	2,15	1,5	3,225	1,6	47	242,52	0,1	0,05	1,15	278,898			
		НС	З	5,33	3,5	13,255	0,23	47	143,287	0,05	0,1	1,15	164,78			
		О	З	3,6	1,5	5,4	1,6	47	406,08	0,05	0,1	1,15	466,992			
		НС	Ю	12,57	3,5	40,845	0,23	47	441,534	0	0,1	1,1	485,688			
		О	Ю	2,1	1,5	3,15	1,6	47	236,88	0	0,1	1,1	260,568			
		ПТ	...	12,2	4,5	54,9	0,24	47	619,272	0	0	1	619,272			
												$\Sigma$	<b>2783,03</b>			
202	СУ	НС	С	3,4	3,5	10,55	0,23	51	123,752	0,1	0	1,1	136,127	317	110,5	767,57
24		О	С	0,9	1,5	1,35	1,6	51	110,16	0,1	0	1,1	121,176			
		ПТ	...	2,94	2,3	6,762	0,24	51	82,7669	0	0	1	82,7669			
												$\Sigma$	<b>340,07</b>			
207	Игровая	НС	С	3,9	3,5	13,65	0,23	47	147,557	0,1	0,05	1,15	169,69	698	189	1497,41
20		О	В	6,3	3,5	19,8	0,23	47	214,038	0,1	0,05	1,15	246,144			
		НС	В	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0,05	1,15	194,58			
		ПТ	...	6,4	3,6	23,04	0,24	47	259,891	0	0	1	259,891			
												$\Sigma$	<b>610,414</b>			
206	Спальня	НС	С	6,96	3,5	22,11	0,23	47	239,009	0,1	0	1,15	274,86	542	242,08	1453,74
		О	С	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0	1,2	203,04			
		ПТ	...	2,5	6,8	17	0,24	47	191,76	0	0	1	191,76			
												$\Sigma$	<b>669,66</b>			
205	Спальня	НС	В	4,187	3,5	12,4045	0,23	47	134,093	0,1	0,05	1,15	154,207	872	374	2342,27
20		О	В	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0,05	1,15	194,58			
		НС	Ю	7,6	3,5	24,35	0,23	47	263,224	0	0,1	1,1	289,546			
		ПТ	...	6,885	3,5	24,0975	0,24	47	271,82	0	0	1	271,82			
		О	Ю	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0	0,1	1,1	186,12			
												$\Sigma$	<b>1096,27</b>			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

№	пом-ие	ограждающие конструкции							Теплопотери	добавочные теплопотери		1 + б	теплопотери, Вт			
		Огр.к.	ориентация	размеры, м		площадь, м2	К	Δt		на ориентацию	прочие		Q(1+ б)	Qинф	Qбыт	Q <sub>0</sub>
				а	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
204	Спальня	НС	Ю	6,8	3,5	21,55	0,23	47	232,956	0	0,1	1,1	256,251			
20		О	Ю	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0	0,1	1,1	186,12			
		ПТ	...	6,07	3,5	21,245	0,24	47	239,644	0	0	1	239,644			
		НС	З	3,987	3,5	11,7045	0,23	47	126,526	0,05	0,1	1,15	145,504			
		О	З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0,1	1,15	194,58			
												Σ	<b>1022,1</b>	723	196,5	1941,6
203	ЛК	НС	З	2,56	3,5	6,71	0,23	47	72,5351	0,05	0	1,05	76,1619			
		ПТ	...	4,8	2,4	11,52	0,24	47	129,946	0	0	1	129,946			
		О	З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0	1,05	177,66			
												Σ	<b>383,767</b>	423	135,24	942,007
208	Спальня	НС	В	4,027	3,5	11,8445	0,23	47	128,039	0,1	0	1,15	147,245			
20		О	В	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,1	0	1,15	194,58			
		ПТ	...	4,2	3,5	14,7	0,24	47	165,816	0	0	1	165,816			
												Σ	<b>507,641</b>	458	180,3	1145,94
209	Спальня	НС	З	2,9	3,5	10,15	0,23	47	109,722	0,05	0	1,15	126,18			
		О	З	1,5	1,5	2,25	1,6	47	169,2	0,05	0	1,15	194,58			
		ПТ	...	2,7	5,2	14,04	0,24	47	158,371	0	0	1	158,371			
												Σ	<b>320,76</b>	454	178,95	953,71
0 этаж																
1	котельная	ПЛ	І зона	10,47	4	41,88	0,42	43	756,353	0	0	1	756,353			
16			ІІ зона	9,1	4	36,4	0,2	43	313,04	0	0	1	313,04			
			ІІІ зона	2,3	2	4,6	0,11	43	21,758	0	0	1	21,758			
			ІV зона	0,7	0,3	0,21	0,07	43	0,6321	0	0	1	0,6321			
		НС	С	5,4	3,2	17,28	0,32	43	237,773	0,1	0,05	1	237,773			
		НС	З	5,2	3,2	16,64	0,32	43	228,966	0,05	0,1	1	228,966			
												Σ	<b>1558,52</b>	914	210	2682,52
2	ЛК	ПЛ	І зона	5,4	2	10,8	0,42	43	195,048	0	0	1	195,048			
16		НС	Ю	5,4	3,2	17,28	0,32	43	237,773	0	0,1	1	237,773			
												Σ	<b>432,821</b>	348	139,23	920,051

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

№	пом-ие	ограждающие конструкции							Теплопотери	добавочные теплопотери		1 + $\xi$	теплопотери, Вт			
		Огр.к.	ориентация	размеры, м		площадь, м <sup>2</sup>	К	$\Delta t$		на ориентацию	прочие		Q(1+ $\xi$ )	Q <sub>инф</sub>	Q <sub>быт</sub>	Q <sub>0</sub>
				a	h											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	коридор	ПЛ	I зона	8,6	4	34,4	0,42	43	621,264	0	0	1	621,264	815	318,07	2422,44
13			II зона	8,4	4	33,6	0,2	43	288,96	0	0	1	288,96			
			III зона	1,6	2	3,2	0,11	43	15,136	0	0	1	15,136			
			IV зона	0,4	1,6	0,64	0,07	43	1,9264	0	0	1	1,9264			
		НС	С	1,9	3,2	6,08	0,32	43	83,6608	0,05	0	1	83,6608			
		НС	Ю	6,7	3,02	20,234	0,32	43	278,42	0	0	1	278,42			
												$\Sigma$	<b>1289,37</b>			
4	Тех пом	ПЛ	I зона	4,6	2	9,2	0,42	47	181,608	0	0	1	181,608	847	330,48	1748,57
			II зона	4,4	2	8,8	0,2	47	82,72	0	0	1	82,72			
			III зона	4,5	1,98	8,91	0,11	47	46,0647	0	0	1	46,0647			
			IV зона	0,3	1,3	0,39	0,07	47	1,2831	0	0	1	1,2831			
		ВС	В	6,4	3,2	20,48	0,23	47	221,389	0,1	0,05	0,15	33,2083			
		НС	С	4,7	3,2	15,04	0,32	47	226,202	0,05	0	1	226,202			
												$\Sigma$	<b>571,086</b>			
5	Склад	ПЛ	I зона	6,7	2	13,4	0,47	34	214,132	0	0	1	214,132	452	176,46	1089,79
	7	НС	В	6,7	3,2	21,44	0,32	34	233,267	0	0	1	233,267			
		НС	С	2	3,2	6,4	0,32	34	69,632	0,1	0,05	0,15	10,4448			
		НС	Ю	2	3,2	6,4	0,32	34	69,632	0	0,05	0,05	3,4816			
												$\Sigma$	<b>461,326</b>			
														$\Sigma$	<b>42211</b>	

Приложение Б  
Гидравлический расчет системы отопления

Таблица Б.1 – Гидравлический расчет системы отопления

№	Q уч, ВТ	G, кг/ч	L м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	RL, Па	w м/с	ξ	Z, Па	RL+Z, Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1—2	42211	1944,306	0,5	65	40	60	30	0,396	9	705,672	735,672	вентиль
2—3	37781	1740,253	1,5		32	97	145,5	0,465	4	432,45	577,95	тройник*2, кран
3—4	33348	1536,062	3,2		32	76	243,2	0,41	4	336,2	579,4	крестовина, кран
4—5	16103	741,7299	3		25	77	231	0,343	3,5	205,8858	436,8858	тройник, кран
5—6	8899	409,9022	6,3		20	88	554,4	0,31	3	144,15	698,55	тройник, кран
6—7	7213	332,2423	6,5		20	60	390	0,25	2,5	78,125	468,125	тройник, отвод 90
7—8	5527	254,5825	4,6		20	36	165,6	0,192	2,5	46,08	211,68	тройник, отвод 90
8—9	3841	176,9226	9,6		15	80	768	0,239	5,5	157,0828	925,0828	тройник, отвод 90*3
9—10	2899	133,5326	3,4		15	47	159,8	0,18	4	64,8	224,6	тройник, отвод 90*2
10—11	1946	89,63587	2,1		15	22	46,2	0,12	1	7,2	53,4	тройник
11—12	975	44,91006	4,6		15	12	55,2	0,086	1,5	5,547	60,747	отвод 90
12—12`	975	44,91006	1,6		15	12	19,2	0,086	32	118,336	137,536	отвод 90*2, кран, прибор
12`-11`	975	44,91006	4,6		15	12	55,2	0,086	2,5	9,245	64,445	тройник, отвод 90
11`-10`	1946	89,63587	2,1		15	22	46,2	0,12	1	7,2	53,4	тройник
10`-9`	2899	133,5326	3,4		15	47	159,8	0,18	4	64,8	224,6	тройник, отвод 90*2
9`-8`	3841	176,9226	9,6		15	80	768	0,239	5,5	157,0828	925,0828	тройник, отвод 90*3
8`-7`	5527	254,5825	4,6		20	36	165,6	0,192	2,5	46,08	211,68	тройник, 90
7`-6`	7213	332,2423	6,5		20	60	390	0,25	2,5	78,125	468,125	тройник, 90
6`-5`	8899	409,9022	6,3		20	88	554,4	0,31	3	144,15	698,55	тройник, кран
5`-4`	16103	741,7299	3		25	77	231	0,343	3,5	205,8858	436,8858	тройник, кран
4`-3`	33348	1536,062	3,2	32	76	243,2	0,41	4	336,2	579,4	крестовина, кран	
3`-2`	37781	1740,253	1,5	32	97	145,5	0,465	4	432,45	577,95	тройник*2, кран	
2`-1`	42211	1944,306	0,5	40	60	30	0,396	9	705,672	735,672	вентиль	
										Σ	10085,42	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№	Q уч, ВТ	G, кг/ч	L м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	RL, Па	w м/с	ξ	Z, Па	RL+Z, Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
второстепенное кольцо Δp5425 Па												
5—13	7204	331,8278	0,8		20	60	48	0,25	3,5	109,375	157,375	тройник, кран
13—14	6437	296,4985	7,25		20	49	355,25	0,224	1	25,088	380,338	тройник
14—15	4984	229,571	6,4		15	133	851,2	0,311	2,5	120,9013	972,1013	90 отвод, тройник
15—16	3487	160,6168	6,1		15	68	414,8	0,218	1	23,762	438,562	тройник
16—17	2342	107,8763	3,3		15	32	105,6	0,145	1	10,5125	116,1125	тройник
17—18	1171	53,93813	6,1		15	14	85,4	0,093	1,5	6,48675	91,88675	отвод 90
18—18'	1171	53,93813	1,6		15	12	19,2	0,086	32	118,336	137,536	отвод 90*2, кран, прибор
18'—17'	1171	53,93813	6,1		15	14	85,4	0,093	1,5	6,48675	91,88675	отвод 90
17'—16'	2342	107,8763	3,3		15	32	105,6	0,145	1	10,5125	116,1125	тройник
16'—15'	3487	160,6168	6,1		15	68	414,8	0,218	1	23,762	438,562	тройник
15'—14'	4984	229,571	6,4		15	133	851,2	0,174	2,5	37,845	889,045	90 отвод, тройник
14'—13'	6437	296,4985	7,25		20	49	355,25	0,224	1	25,088	380,338	тройник
13'—5'	7204	331,8278	0,8		20	60	48	0,25	3,5	109,375	157,375	тройник, кран
										Σ	4967,231	
$\Delta p = \frac{5426 - 4967}{5626} * 100\% = 8\%$												
Δp 6299 Па												
4—19	12930	595,5765	2,6		25	51	132,6	0,275	3,5	132,3438	264,9438	тройник, кран
19—20	11111	511,7904	9		25	38	342	0,237	2,5	70,21125	412,2113	отвод 90, тройник
20—21	9292	428,0044	2,46		25	27	66,42	0,198	2,5	49,005	115,425	отвод 90, тройник
21—22	7473	344,2183	13,9		25	18	250,2	0,16	5,5	70,4	320,6	отвод 90*3, тройник
22—23	6833	314,7389	4,3		25	15	64,5	0,146	4	42,632	107,132	отвод 90*2, тройник
23—24	5767	265,6372	2,3		15	174	400,2	0,36	1	64,8	465	тройник
24—25	4579	210,9161	3,471		15	113	392,223	0,286	2,5	102,245	494,468	отвод 90, тройник
25—26	3391	156,1949	3,7		15	59	218,3	0,21	1	22,05	240,35	тройник
26—27	2958	136,2502	4,089		15	49	200,361	0,185	1	17,1125	217,4735	тройник
27—28	1877	86,45762	3,3		15	21	69,3	0,117	2,5	17,1125	86,41125	отвод 90, тройник
28—29	802	36,9414	3,7		15	12	44,4	0,086	4	14,792	59,192	отвод 90*2, кран

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№	Q уч, ВТ	G, кг/ч	L м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	RL, Па	w м/с	ξ	Z, Па	RL+Z, Па	примечаний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29-29'	802	36,9414	1,6		15	12	19,2	0,086	32	118,336	137,536	прибор
29-28'	802	36,9414	3,7		15	12	44,4	0,086	2,52	9,31896	53,71896	кран шр, отвод 90, тройник
28-27'	1877	86,45762	3,3		15	21	69,3	0,117	2,5	17,11125	86,41125	отвод 90, тройник
27-26'	2958	136,2502	4,089		15	49	200,361	0,185	1	17,1125	217,4735	тройник
26-25'	3391	156,1949	3,7		15	59	218,3	0,21	1	22,05	240,35	тройник
25-24'	4579	210,9161	3,471		15	113	392,223	0,286	2,5	102,245	494,468	отвод 90, тройник
24-23'	5767	265,6372	2,3		15	174	400,2	0,36	1	64,8	465	тройник
23-22'	6833	314,7389	4,3		25	54	232,2	0,146	4	42,632	274,832	отвод 90*2, тройник
22-21'	7473	344,2183	13,9		25	18	250,2	0,16	5,5	70,4	320,6	отвод 90*3, тройник
21-20'	9292	428,0044	2,46		25	27	66,42	0,198	2,5	49,005	115,425	отвод 90, тройник
20-19'	11111	511,7904	9		25	38	342	0,237	2,5	70,21125	412,2113	отвод 90, тройник
19-4'	12930	595,5765	2,6		25	51	132,6	0,275	3,5	132,3438	264,9438	тройник, кран
										Σ	5866,176	
$\Delta p = \frac{6299 - 5866}{6299} * 100\% = 6\%$												
Δp 6299 Па												
4-30	4315	198,7558	0,62		20	23	14,26	0,15	3,5	39,375	53,635	кран, тройнк
30-31	3929	180,976	2,97		15	83	246,51	0,249	1	31,0005	277,5105	тройник
31-32	3268	150,5293	3,07		15	59	181,13	0,2	1	20	201,13	тройник
32-33	2516	115,891	3,3		15	36	118,8	0,156	1	12,168	130,968	тройник
33-34	1590	73,23794	4,5		15	16	72	0,098	2,5	12,005	84,005	тройник, отвод 90
34-35	664	30,5849	6,1		15	12	73,2	0,086	7	25,886	99,086	кран, отвод 90*4
35-35'	664	30,5849	1,6		15	12	19,2	0,086	32	118,336	137,536	прибор
35-34'	664	30,5849	6,1		15	12	73,2	0,086	7,02	25,95996	99,15996	кран шар, тройник, отвод 90*4
34-33'	1590	73,23794	4,5		15	16	72	0,098	2,5	12,005	84,005	отвод 90, тройник
33-32'	2516	115,891	3,3		15	36	118,8	0,156	1	12,168	130,968	тройник
32-31'	3268	150,5293	3,07		15	59	181,13	0,2	1	20	201,13	тройник
31-30'	3929	180,976	2,97		15	83	246,51	0,249	1	31,0005	277,5105	тройник
30-4'	4315	198,7558	0,62	20	23	14,26	0,15	3,5	39,375	53,635	кран, тройнк	
										Σ	1830,279	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№	Q уч, ВТ	G, кг/ч	L м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	RL, Па	w м/с	ξ	Z, Па	RL+Z, Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\Delta p = \frac{6299 - 1830}{6299} * 100 = 71\%$												
В связи с невозможностью регулировки ставим на обратку регулятор давление ГЕРЦ 1 4002 на N=1												
расчет правой части 0 этаж Δp 8614 Па												
2—36	4430	204,0529	3,1		25	6,9	21,39	0,094	3,5	15,463	36,853	кран, тройнк
36—37	1750	80,6078	3,4		20	3,8	12,92	0,061	3,02	5,61871	18,53871	отвод 90*2, кран
37—37'	1750	80,6078	1,6		20	3,8	6,08	0,061	32	59,536	65,616	прибор
37'—36'	1750	80,6078	3,4		20	3,8	12,92	0,061	2,52	4,68846	17,60846	кран шар, тройник, отвод 90
36'—2'	4430	204,0529	3,1		25	6,9	21,39	0,094	3,5	15,463	36,853	кран, тройнк
										Σ	175,4692	
$\frac{8614 - 175}{8614} * 100 = 98\%$												
В связи с невозможностью регулировки ставим на обратку регулятор давление ГЕРЦ 1 4002 на N=1,8												
расчет левой части 0 Δp 7458 Па												
3—38	4433	204,1911	4,7		20	24	112,8	0,155	2,5	30,03125	142,8313	отвод 90, тройник
38—39	3513	161,8144	6,8		15	68	462,4	0,22	2,5	60,5	522,9	отвод 90, тройник
39—40	1091	50,25321	6		15	6,1	36,6	0,067	4	8,978	45,578	отвод 90*2, кран
40—40'	1091	50,25321	1,6		15	6,1	9,76	0,067	32	71,824	81,584	прибор
40'—39'	1091	50,25321	6		15	6,1	36,6	0,067	2,5	5,61125	42,21125	кран шар, тройник, отвод 90
39'—38'	3513	161,8144	6,8		15	68	462,4	0,22	2,5	60,5	522,9	отвод 90, тройник
38'—3'	4433	204,1911	4,7		20	24	112,8	0,155	2,5	30,03125	142,8313	отвод 90, тройник
										Σ	1500,836	
$\frac{7458 - 1500}{7458} * 100 = 80\%$												
В связи с невозможностью регулировки ставим на обратку регулятор давление ГЕРЦ 1 4002 на N=1,2												

## Приложение В Увязка приборов отопления

Таблица В.1 – Увязка приборов отопления

№ уч	Q уч, Вт	G, кг/ч	L м	Rcp, Па/м	d, мм	Rф, Па/м	RL, Па	w м/с	ξ	Z, Па	RL+Z, Па	примечание	Δр	Δрбк	N
													ГЕРЦ TS-90-V		
11-11`	971	44,725814	1,6		15	4,1	6,56	0,06	32	57,6	64,16	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	262,728	198,568	3,2
10-10`	953	43,896705	1,6		15	4	6,4	0,058	32	53,824	60,224	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	369,528	309,304	2,8
9-9`	942	43,390027	1,6		15	4	6,4	0,058	32	53,824	60,224	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	818,728	758,504	2,1
8-8`	1686	77,659858	1,6		15	18	28,8	0,105	32	176,4	205,2	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1955,49075	1750,2908	2
7-7`	1686	77,659858	1,6		15	18	28,8	0,105	32	176,4	205,2	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	3560,3785	3355,1785	1
6-6`	1686	77,659858	1,6		15	18	28,8	0,105	32	176,4	205,2	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	4727,0535	4521,8535	1
13-13`	767	35,329247	1,6		15	3	4,8	0,049	32	38,416	43,216	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	4367,23075	4324,0148	1
14-14`	1453	66,927505	1,6		15	13	20,8	0,089	32	126,736	147,536	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	4052,48075	3904,9448	1
15-15`	1497	68,954215	1,6		15	14	22,4	0,093	32	138,384	160,784	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1338,77175	1177,9878	2,3
16-16`	1145	52,740532	1,6		15	7	11,2	0,071	32	80,656	91,856	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	553,5345	461,6785	2,8
17-17`	1171	53,938134	1,6		15	7,3	11,68	0,073	32	85,264	96,944	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	321,3095	224,3655	3,2
19-19`	1819	83,78605	1,6		15	20	32	0,114	32	207,936	239,936	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	5336,28896	5096,353	1,5
20-20`	1819	83,78605	1,6		15	20	32	0,114	32	207,936	239,936	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	4511,86646	4271,9305	1,6
21-21`	1819	83,78605	1,6		15	20	32	0,114	32	207,936	239,936	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	4281,01646	4041,0805	1,8
22-22`	640	29,479424	1,6		15	2,5	4	0,039	32	24,336	28,336	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	3639,81646	3611,4805	1
23-23`	1066	49,101666	1,6		15	6	9,6	0,067	32	71,824	81,424	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	3257,85246	3176,4285	1
24-24`	1188	54,721181	1,6		15	7,5	12	0,073	32	85,264	97,264	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	2327,85246	2230,5885	1,5
25-25`	1188	54,721181	1,6		15	7,5	12	0,073	32	85,264	97,264	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1338,91646	1241,6525	2
26-26`	433	19,944673	1,6		15	1,7	2,72	0,027	32	11,664	14,384	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	858,21646	843,83246	1
27-27`	1081	49,79259	1,6		15	6	9,6	0,067	32	71,824	81,424	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	423,26946	341,84546	2,8
28-28`	1081	49,79259	1,6		15	6	9,6	0,067	32	71,824	81,424	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	250,44696	169,02296	4
30-30`	386	17,779778	1,6		15	1,5	2,4	0,024	32	9,216	11,616	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1723,00896	1711,393	1
31-31`	661	30,446718	1,6		15	2,6	4,16	0,041	32	26,896	31,056	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1167,98796	1136,932	1
32-32`	752	34,638323	1,6		15	3	4,8	0,047	32	35,344	40,144	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	765,72796	725,58396	1,9
33-33`	926	42,653042	1,6		15	4	6,4	0,057	32	51,984	58,384	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	503,79196	445,40796	2,3
34-34`	926	42,653042	1,6		15	4	6,4	0,057	32	51,984	58,384	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	335,78196	277,39796	3
36-36`	2682	123,53721	1,6		20	9,5	15,2	0,09	32	129,6	144,8	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	101,76317	42,6778	9
38-38`	920	42,376672	1,6		15	4	6,4	0,057	32	51,984	58,384	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	1215,17325	1156,7893	1,7
39-39`	2422	111,5612	1,6		20	8	12,8	0,084	32	112,896	125,696	кран шар, тройник, \$отвод 90, прибор	169,37325	43,67725	9



Приложение Г  
Подбор приборов отопления

Таблица Г.1 – Подбор приборов отопления

№ пом	№ пр	Qпр, ВТ	B1	B2	Gпр, кг/ч	Tвх, °С	Tвых, °С	Δtср, °С	$(\Delta t_{ср}/70)^{1+n}$	$(G_{пр}/360)^p$	n	P	Qфакт,ВТ	Lпр, мм	Hпр,мм	тип
2 этаж левая часть																
201 СПА	1	1686	1,03	1,04	77,65986	90	70	60	0,818407	0,984779	0,3	0,01	1663	600	500	33
201 СПА	2	1686	1,03	1,04	77,65986			60	0,818407	0,984779	0,3	0,01	1663	600	500	33
201 СПА	3	1686	1,03	1,04	77,65986			60	0,818407	0,984779	0,3	0,01	1663	600	500	33
203 ЛК	4	942	1,03	1,04	43,39003			60	0,818407	0,979064	0,3	0,01	965	500	500	22
209 СПА	5	953	1,03	1,04	43,8967			60	0,818407	0,979177	0,3	0,01	965	500	500	22
204 СПА	6	971	1,03	1,04	44,72581			60	0,818407	0,97936	0,3	0,01	988	600	500	12
204 СПА	7	971	1,03	1,04	44,72581			60	0,818407	0,97936	0,3	0,01	988	600	500	12
2 жтаж правая часть																
202 СУ	8	767	1,03	1,04	35,32925	90	70	56	0,748199	0,977053	0,3	0,01	779	600	400	12
206 СПА	9	1453	1,03	1,04	66,9275			60	0,818407	0,983316	0,3	0,01	1470	300	800	33
207 СПА	10	1497	1,03	1,04	68,95422			60	0,818407	0,983609	0,3	0,01	1470	300	800	33
208 СПА	11	1145	1,03	1,04	52,74053			60	0,818407	0,980976	0,3	0,01	1158	600	500	22
205 СПА	12	1171	1,03	1,04	53,93813			60	0,818407	0,981196	0,3	0,01	1181	1000	300	12
205 СПА	13	1171	1,03	1,04	53,93813			60	0,818407	0,981196	0,3	0,01	1181	1000	300	12
1 этаж правая																
101 ГОСТ	14	1819	1,03	1,04	83,78605	90	70	60	0,818407	0,985527	0,3	0,01	1837	1000	300	33
101 ГОСТ	15	1819	1,03	1,04	83,78605			60	0,818407	0,985527	0,3	0,01	1837	1000	300	33
101 ГОСТ	16	1819	1,03	1,04	83,78605			60	0,818407	0,985527	0,3	0,01	1837	1000	300	33
112 ЛС	17	640	1,03	1,04	29,47942			60	0,818407	0,975286	0,3	0,01	642	400	400	22

Продолжение приложения Г

Таблица Г.1 – Подбор приборов отопления

№ пом	№ пр	Qпр, ВТ	B1	B2	Gпр, кг/ч	Tвх, °С	Tвых, °С	Δtср, °С	(Δtср/70) <sup>1+n</sup>	(Gпр/360) <sup>p</sup>	n	P	Qфакт,ВТ	Lпр, мм	Hпр,мм	тип
111 СПА	18	1066	1,03	1,04	49,10167			60	0,818407	0,980275	0,3	0,01	1063	900	300	12
110 СПА	19	1188	1,03	1,04	54,72118			60	0,818407	0,981338	0,3	0,01	1181	1000	300	12
110 СПА	20	1188	1,03	1,04	54,72118			60	0,818407	0,981338	0,3	0,01	1181	1000	300	12
109 С.У	21	433	1,03	1,04	19,94467			56	0,748199	0,971483	0,3	0,01	432	400	300	12
108 СПА	22	1081	1,03	1,04	49,79259			60	0,818407	0,980412	0,3	0,01	1053	900	300	12
108 СПА	23	1081	1,03	1,04	49,79259			60	0,818407	0,980412	0,3	0,01	1053	900	300	12
107 ГАР	24	802	1,03	1,04	36,9414			64	0,890034	0,97749	0,3	0,01	800	400	300	33
1 этаж левая																
102 КУХ	25	386	1,03	1,04	17,77978	90	70	60	0,818407	0,970367	0,3	0,01	401	500	200	22
103 СТОЛ	26	661	1,03	1,04	30,44672			60	0,818407	0,975601	0,3	0,01	659	400	500	12
104 ВАН	27	752	1,03	1,04	34,63832			56	0,748199	0,97686	0,3	0,01	770	600	300	22
105 СПА	28	926	1,03	1,04	42,65304			60	0,818407	0,978896	0,3	0,01	926	400	400	33
105 СПА	29	926	1,03	1,04	42,65304			60	0,818407	0,978896	0,3	0,01	926	400	400	33
106 ТАМ	30	664	1,03	1,04	30,5849			60	0,818407	0,975646	0,3	0,01	659	400	500	12
0 этаж левая																
3 ХОЛЛ	31	2682	1,03	1,04	123,5372	90	70	60	0,818407	0,989361	0,3	0,01	2693	1100	600	22
4 ТЕХ	32	1748	1,03	1,04	80,51568			56	0,748199	0,985135	0,3	0,01	1745	1000	400	22
0 этаж правая																
2 ЛК	33	920	1,03	1,04	42,37667	90	70	60	0,818407	0,978832	0,3	0,01	926	600	400	12
3 КОР	34	2422	1,03	1,04	111,5612			60	0,818407	0,988353	0,3	0,01	2442	1400	400	22
5 СК	35	1089	1,03	1,04	50,16108			73	1,056069	0,980484	0,3	0,01	1097	600	400	12

Приложение Д  
Гидравлический расчет системы ГВС

Таблица Д.1 – Гидравлический расчет системы ГВС

N,уч	L, м	N, шт	Pс	NP	a	q,h л/с	D, мм	Wt м/с	Rt, Па/м	Km	Δp, Па	ΣΔp,кПа
стояк 1												
4	2,6	1	0,009	0,009	0,3	0,3	32x5,5	0,8	391	0,1	1118,26	1118,26
3	0,9	2	0,009	0,018	0,3	0,3	32x5,6	0,8	391	0,1	387,09	1505,35
2	8,1	4	0,009	0,036	0,3	0,3	40x6,8	0,5	130	0,1	1158,3	2663,65
1	3	8	0,009	0,072	0,306	0,306	40x6,8	0,5	130	0,5	585	3248,65
стояк 2												
5	0,5	1	0,009	0,009	0,3	0,3	25x4,2	1,4	4031	0,1	2217,05	2217,05
стояк 3												
8	2,2	1	0,009	0,009	0,3	0,3	32x5,4	0,8	391	0,1	946,22	946,22
7	1,2	2	0,009	0,018	0,3	0,3	32x5,5	0,8	391	0,1	516,12	1462,34
6	4,7	4	0,009	0,036	0,306	0,306	40x6,8	0,5	130	0,5	916,5	2378,84
стояк 4												
9	11,9	1	0,009	0,009	0,3	0,3	40x6,8	0,5	130	0,1	2100	2100
Увязка 2 и 6 $\frac{2663 - 2378}{2663} * 100 = 10\%$												
Увязка 2 и 5 $\frac{2663 - 2378}{2663} * 100 = 10\%$												
Увязка 9 и 6 $\frac{2378 - 2100}{2378} * 100 = 10\%$												

Приложение Е  
**Расчет потери теплоты**

Таблица Е.1 – Расчет потери теплоты

N, уч	L, м	dn, м	токр	(tr– токр)	l–n	Потери теплоты		$\Sigma\Delta Q=\Sigma\Delta Q_{ht}$ ,	примечание
						1 м	на уч		
4	2,6	0,032	25	37,5	0,2	0,5652	1,46952	2	полотенц 100 Вт
3	0,9	0,032	25	37,5	0,2	0,5652	0,50868	1	
2	8,1	0,04	25	37,5	0,2	0,7065	5,72265	6	
1	3	0,04	23	39,5	0,2	0,74418	2,23254	3	
								$\Sigma$ 112	
5	0,5	0,025	20	42,5	0,2	0,500438	0,250219	1	
								$\Sigma$ 1	
8	2,2	0,032	25	37,5	0,2	0,5652	1,24344	2	полотенце 100 Вт
7	1,2	0,032	25	37,5	0,2	0,5652	0,67824	1	
6	4,7	0,04	25	37,5	0,2	0,7065	3,32055	4	
								$\Sigma$ 107	
9	11,9	0,04	20	42,5	0,2	0,8007	9,52833	10	
								$\Sigma$ 10	
								$\Sigma$ 230	
Суммарные потери с учетом полотенецсушителей равна 223 Вт= 0,223 кВт									

Приложение Ж  
Гидравлический расчет циркуляционного трубопровода

Таблица Ж.1 – Гидравлический расчет циркуляционного трубопровода

№	L, м	q <sub>сир</sub> , кг/ч	D, мм	Wt, м/с	R, Па/м	Км	Δр Па	ΣΔр Па
2	8,1	39,56	40x6,8	0,1	10	0,5	121,5	121,5
3	0,9	37,54	32x5,4	0,1	10	0,2	10,8	132,3
4	2,6	37,54	32x5,4	0,1	10	0,2	31,2	163,5
4`	2,6	37,54	32x5,4	0,1	10	0,2	31,2	194,7
3`	0,9	37,54	32x5,4	0,1	10	0,5	13,5	208,2
2`	8,1	39,56	40x6,8	0,1	10	0,5	121,5	329,7
6	4,7	39,56	40x6,8	0,1	10	0,5	70,5	70,5
7	1,2	38,47	32x5,4	0,1	10	0,2	14,4	84,9
8	2,2	38,47	32x5,4	0,1	10	0,2	26,4	111,3
8`	2,2	38,47	32x5,4	0,1	10	0,2	26,4	137,7
7`	1,2	38,47	32x5,4	0,1	10	0,2	14,4	152,1
6`	4,7	39,56	40x6,8	0,1	10	0,5	70,5	311,64
$\frac{329.7 - 311}{329.7} \times 100 = 5\%$								

**Приложение 3**  
**Расчет воздухообмена**

Таблица 3.1 – Расчет воздухообмена

Вентиляция												
№ п/п	наименование помещение	тв, С	Площадь м <sup>2</sup>	Высота, м	Объем, м <sup>3</sup>	норматив		расчетное м <sup>3</sup> /ч		обозначения		
						приток	вытяжка	приток	вытяжка	приток	вытяжка	
1 этаж												
101	готиница	20	50,24	3	150,72			75		П1		
102	кухня	20	6,72	3	20,16	80 м <sup>3</sup> .ч на 1 комфортку	80 м <sup>3</sup> .ч на 1 комфортку		320		ВЕ1	
103	столовая	20	7,09	3	21,27			60				
104	ванна	20	7,75	3	23,25		40		40		ВЕ2	
105	Спальня	20	18,68	3	56,04	40		75		П2		
108	Спальня	20	26,1	3	78,3	40		60		П3		
109	с.у	24	4,01	3	12,03		40		40		ВЕ3	
110	Спальня	20	17,45	3	52,35	40		75		П4		
111	Спальня	20	11,12	3	33,36	40		60		П5		
2 этаж								405	400			
201	Спальня	20	49,92	3,5	174,72	40		20		П6		
202	с.у	24	6,5	3,5	22,75		40		60		ВЕ4	
207	игровая	20	18,33	3,5	64,155			20		П7		
206	Спальня	20	14,24	3,5	49,84	40		20		П8		
204	Спальня	20	19,65	3,5	68,775	40		20		П9		
205	Спальня	20	22,29	3,5	78,015	40		20		П10		
208	Спальня	20	12,02	3,5	42,07	40						
209	Спальня	20	11,93	3,5	41,755	40						
0 этаж								100	60			
1	котельная	16	21,09	3,2	67,488		60	60	60		ВЕ5	
								итог	565	520		

Приложение И  
Аэродинамический расчет

Таблица И.1 – Аэродинамический расчет

№, п/п	l, м	Расход L, куб м/ч	Размер a*b, мм	Площадь f, кв.м	Скорость v, м/с	R, Па/м	RL	Сумма КМС	Rдин	Z	RL+Z
рдин=3,816											
1`		320	400	0,126984	0,7	0,205	0	2	0,3	0,6	0,6
1	5,9	320	400	0,126984	0,7	0,205	1,2095	0,44	0,3	0,132	1,3415
										∑	1,9415
Невозможность увязки, поэтому ставим регулируемую решетку										$\frac{3,81 - 1,94}{3,816} \times 100 = 49\%$	
рдин=3,56											
2`		40	140	0,015873	0,7	0,0789	0	2	0,3	0,6	0,6
2	5,5	40	140	0,015873	0,7	0,0789	0,43395	0,44	0,3	0,132	0,56595
										∑	1,16595
Невозможность увязки, поэтому ставим регулируемую решетку										$\frac{3,56 - 1,17}{3,56} \times 100 = 67\%$	
рдин=4,37											
3`		40	140	0,015873	0,7	0,0789	0	2	0,3	0,6	0,6
3	5,5	40	140	0,015873	0,7	0,0789	0,43395	0,44	0,3	0,132	0,56595
										∑	1,16595
Невозможность увязки, поэтому ставим регулируемую решетку										$\frac{4,37 - 1,165}{4,37} \times 100 = 73\%$	

Продолжение приложения И

Продолжение таблицы И.1

№, п/п	l, м	Расход L, куб м/ч	Размер а*b, мм	Площадь f, кв.м	Скорость v, м/с	R, Па/м	RL	Сумма КМС	Rдин	Z	RL+Z
рдин=1,59											
4`		60	160	0,020833	0,8	0,079	0	2	0,4	0,8	0,8
4	2	60	160	0,020833	0,8	0,079	0,158	0,44	0,4	0,176	0,334
										∑	1,134
Невозможность увязки, поэтому ставим регулируемую решетку										$\frac{1,59 - 1,134}{1,59} \times 100 = 29\%$	
рдин=4,178											
5`		60	160	0,020833	0,8	0,079	0	2	0,4	0,8	0,8
5	8,7	60	160	0,020833	0,8	0,079	0,6873	0,44	0,4	0,176	0,8633
										∑	1,6633
Невозможность увязки, поэтому ставим регулируемую решетку										$\frac{4,178 - 1,66}{4,178} \times 100 = 60\%$	



Приложение К  
**Гидравлический расчет системы водоснабжения**

Таблица К.1 – Гидравлический расчет системы водоснабжения

№, уч	L,м	N,шт	Pc	NP	a	q, л/с	d,мм	w, м/с	Потери напора	
									потери на 1 м	потери по длине
3	0,9	1	0,008	0,008	0,3	0,3	32x5,4	0,8	0,51	0,459
2	0,7	2	0,008	0,016	0,302	0,302	32x5,4	0,8	0,51	0,357
1	7,4	9	0,008	0,072	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	3,774
									∑	4,59
6	1,2	1	0,008	0,008	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	0,612
5	0,918	2	0,008	0,016	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	0,46818
4	4,78	4	0,008	0,032	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	2,4378
									∑	3,51798
8	0,5	1	0,008	0,008	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	0,255
									∑	0,255
9	11,9	2	0,008	0,016	0,307	0,307	32x5,4	0,8	0,51	6,069
10	0,68	1	0,008	0,008	0,307	0,305	32x5,4	0,8	0,51	0,3468
									∑	6,4158

Приложение Л  
**Гидравлический расчет водоотведение**

Таблица Л.1 – Гидравлический расчет водоотведение

№, уч	N,шт	Pc	NP	a	q, л/с	D,мм	V	h/d	i
1	1	0,008	0,008	0,2	0,23	50	0,7	0,3	0,035
2	2	0,008	0,016	0,205	0,46	50	0,7	0,33	0,02
3	3	0,008	0,024	0,224	0,69	110	0,76	0,35	0,02
4	4	0,008	0,032	0,241	0,92	110	0,76	0,37	0,02
5	6	0,008	0,048	0,27	1,38	110	0,76	0,39	0,02
6	9	0,008	0,072	0,307	2,06	110	0,76	0,41	0,02
ответление									
7	1	0,008	0,008	0,2	0,23	110	0,76	0,3	0,02
8	2	0,008	0,016	0,205	0,46	110	0,76	0,33	0,02
9	3	0,008	0,024	0,224	0,69	110	0,76	0,35	0,02

Приложение М  
**Гидравлический расчет газоснабжения**

Таблица М.1 – Гидравлический расчет газоснабжения

участок	$l_1, \text{факт, м}$	$q, \text{м}^3/\text{ч}$	$d_y, \text{мм}$	$\sum \zeta$	$l d, \text{мм}$	$\sum \zeta \cdot l d, \text{м}$	$l, \text{м}$	$R, \text{Па/м}$	$Rl, \text{Па/м}$	Примечание
1–2	29,32	6,09	38,3	18,9	0,8	15,12	44,44	2	88,88	8 отводов $90^\circ=0,3$ , кран шаровый 2шт = 1, кран пробковый 3шт=2, тройникна поворот=1,5
2–3	3,36	1,25	15	9,9	0,5	4,95	8,31	3	24,9	3 отвода $90^\circ=0,3$ ,кран пробковый 3 шт =3
								$\Sigma$	113,8	