



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Методические указания**

по дисциплине

# **«Отопление и вентиляция здания жилого одноквартирного»**

Авторы  
Пирожникова А.П.,  
Говорунов М.А.

Ростов-на-Дону, 2018

## Аннотация

Дисциплина отопление является составной частью основной образовательной программы подготовки бакалавра. Отопление в рамках бакалаврской программы ориентирована на формирование и совершенствование компетентности в области профессионального образования, распознавания проявлений субъективной реальности, ее моделирования и использования актуальных моделей для оптимизации образовательного процесса.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция», факультета «Инженерно-строительный». – Ростов-на-Дону: ДГТУ.

## Авторы

старший преподаватель кафедры  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»  
Пирожникова А.П.  
студент Говорунов М.А.



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>Задача 1. Исходные данные для проектирования (согласно заданию) .....</b>	<b>5</b>
<b>Задача 2. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....</b>	<b>8</b>
<b>Задача 3. Расчет потерь теплоты через наружные ограждения.....</b>	<b>19</b>
<b>Задача 4. Конструирование системы отопления .....</b>	<b>23</b>
<b>Задача 5. Указания по проектированию системы отопления .....</b>	<b>25</b>
<b>Задача 6. Расчет теплового потока и расхода теплоносителя системы отопления .....</b>	<b>27</b>
<b>Задача 7. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления .....</b>	<b>28</b>
<b>Задача 8. Подбор оборудования системы отопления .....</b>	<b>35</b>
<b>Задача 9. Определение воздухообменов элементов гравитационной вентиляции.....</b>	<b>42</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>45</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>47</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....</b>	<b>57</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В.....</b>	<b>58</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....</b>	<b>59</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Практикум «Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного» по дисциплине «Отопление» является продолжением части 1 практикума «Отопление». Данная работа способствует закреплению полученных знаний по отоплению и вентиляции, а также дает необходимую теоретическую базу для выполнения курсового проекта «Отопление и вентиляция жилого дома» по дисциплине «Отопление».

Методические указания содержат общие рекомендации по проектированию и расчету систем отопления и вентиляции в жилых малоэтажных домах.

### **Указания по содержанию и оформлению практических работ**

Практические работы состоят из пояснительной записки и графической части, оформленной в рабочей тетради и выполненных вручную.

Наименование тем практических занятий:

3-1 Исходные данные для проектирования (согласно заданию)

3-2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

3-3 Расчет потерь теплоты через наружные ограждения.

3-4 Конструирование системы отопления

3-5 Указания по проектированию системы отопления

3-6 Расчет теплового потока и расхода теплоносителя системы отопления

3-7 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

3-8 Подбор оборудования системы отопления

3-9 Определение воздухообменов элементов гравитационной вентиляции

## ЗАДАЧА 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (СОГЛАСНО ЗАДАНИЮ)

В практическом задании предусматривается разработка отопления и вентиляции двухэтажного коттеджа с чердачным перекрытием и полами над холодным подвалом.

Исходные данные для проектирования определяют по шифру (номеру) зачетной книжки.

1.1 Вариант плана коттеджа принимается по приложению А, в соответствии с последней цифрой шифра.

1.2 Район строительства, зона влажности, ориентация фасада принимаются по таблице 1, по числу, образованному двумя последними цифрами шифра.

Характеристики наружного климата принимаются по [1]:

- средняя температура наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92),  $t_n$ , °С, (параметры Б);
- средняя температура отопительного периода (период со среднесуточной температурой воздуха 8 °С)  $t_{от.}$ , °С;
- продолжительность отопительного периода  $Z_{от.}$ , сут.;

1.3 Конструкция наружных стен выбирается по таблице 2 по последней цифре шифра.

1.4 Высоту этажа от пола первого этажа до пола второго принять равной 3,6 м., второго этажа – 3м. Размер окон для всех вариантов принимается 1,4 × 1,8 м. Ширина дверей принимается по масштабу в соответствии с чертежом типового этажа, высота дверей принимается равной 2,1 м.

1.5 Температура теплоносителя в системе отопления принимается равной:

- для стальных труб в подающей магистрали – 95 °С, в обратной – 70 °С;
- для металлополимерных труб в подающей магистрали – 80°С, в обратной – 60°С;

1.6 В качестве отопительных приборов принимаются алюминиевые радиаторы (межосевое расстояние 350 мм) Alum 350, с тепловой мощностью одной секции – 140 Вт.

1.7 Материал труб системы отопления выбирается согласно двум последним цифрам шифра по таблице 1.

1.8 Схема системы отопления принимается двухтрубная типовая горизонтальная поэтажная с параллельным подсоединением отопительных приборов, и скрытой прокладкой труб.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования

Номер задания	Район строительства	Материал труб	Зона влажности	Ориентация фасада по сторонам света
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
01 26 51 76	Армавир	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	СВ
02 27 52 77	Архангельск	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Влажная	В
03 28 53 78	Белгород	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	ЮВ
04 29 54 79	Барнаул	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	Ю
05 30 55 80	Брянск	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	ЮЗ
06 31 56 81	Владимир	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	З
07 32 57 82	Воронеж	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	СЗ
08 33 58 83	Владивосток	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Влажная	С
09 34 59 84	Волгоград	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	ЮВ
10 35 60 85	Вологда	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	ЮЗ
11 36 61 86	Калининград	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	СВ
12 37 62 87	Краснодар	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Сухая	В
13 38 63 88	Курск	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	ЮВ
14 39 64 89	Санкт-Петербург	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Влажная	Ю
15 40 65 90	Миллерово	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	ЮЗ
16 41 66 91	Москва	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	З
17 42 67 92	Нижний Новгород	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	СЗ
18 43 68 93	Омск	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Сухая	С
19 44 69 94	Пермь	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	ЮВ
20 45 70 95	Псков	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	ЮЗ
21 46 71 96	Ростов-на-Дону	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	СВ
22 47 72 97	Смоленск	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	В
23 48 73 98	Тамбов	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Сухая	ЮВ
24 49 74 99	Череповец	Металлополимерные, ГОСТ 32415-2013	Нормальная	Ю
25 50 75 00	Ярославль	Стальные ВГП, ГОСТ 3262-75*	Нормальная	ЮЗ

Таблица 2 – Материалы ограждающей конструкции

№ варианта	Материалы	Плотность $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм	№ варианта	Материалы	Плотность $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15	5	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	380
	Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$		Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$
	Сплошной силикатный кирпич	1800	120		Пустотный силикатный кирпич	1400	140
1	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15	6	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	380
	Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$		Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{ут.}=?$
	Пустотный силикатный кирпич	1500	120		Керамический пустотный кирпич	1200	120
2	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15	7	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
	Керамический пустотный кирпич	1600	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	250
	Плиты минераловатные полужесткие	200	$\delta_{ут.}=?$		Маты минераловатные прошивные	75	$\delta_{ут.}=?$
	Керамический пустотный кирпич	1600	120		Сплошной силикатный кирпич	1800	120
3	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15	8	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	120
	Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{ут.}=?$		Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$
	Керамический пустотный кирпич	1400	120		Пустотный силикатный кирпич	1500	120
4	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15	9	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
	Керамический пустотный кирпич	1400	380		Керамический пустотный кирпич	1200	380
	Плиты минераловатные полужесткие	200	$\delta_{ут.}=?$		Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{ут.}=?$
	Керамический пустотный кирпич	1600	120		Керамический пустотный кирпич	1200	120

## ЗАДАЧА 2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель расчета определить нормируемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наружной стены)  $R_0^{TP}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , в соответствии с требованиями [2], рассчитать толщину слоя утеплителя, данные округлять до 10 мм в сторону увеличения, найти фактическое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{норм}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , следует определять по формуле

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{TP}} \cdot m_p, \quad (1)$$

где  $R_0^{\text{TP}}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства и определять по таблице 3;

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства,  $m_p = 1$

Значения  $R_0^{TP}$  для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_0^{mp} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ , для конкретного пункта;

$a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3

Таблица 3 – Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [2]

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо-сутки отопительного периода $ГСОП$ , °С·сут	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче $R_{oT}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
		стен	покрытый и перекрытый над проездами	перекрытый чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
$a$	–	0,00035	0,0005	0,00045	–	0,000025
$b$	–	1,4	2,2	1,9	–	0,25

Градусо-сутки отопительного периода  $ГСОП$ , °С·сут, определяют по формуле

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

где  $t_{в}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по минимальным значениям оптимальной температуры по [8] или в соответствии с таблицей 4;

$t_{or}$ ,  $Z_{or}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [1], для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С

Таблица 4 – Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного периода года [2]

Тип здания	Температура воздуха внутри здания, °С	Допустимая относительная влажность воздуха, %
Жилые, школьные и другие общественные здания	20*+2	55+5
*21 °С в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 31 °С и ниже		

Нормируемое приведенное сопротивление глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

Сопротивление теплопередаче  $R_{o\text{ норм}}$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, входных дверей принимается равным 0,6  $R_{o\text{ TP}}$ , где  $R_{o\text{ TP}}$  – приведенное сопротивление теплопередаче стен, определяемое по формуле

$$R_o^{mp} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \alpha_{\text{в}}}, \quad (4)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 5 [2];  $\Delta t_{\text{н}}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_{\text{в}}$  и температурой внутренней поверхности  $t_{\text{в}}$  ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 6 [2];

$\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по таблице 7 [2];

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

$t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [1]

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Таблица 5 – Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху [2]

Ограждающие конструкции	Коэффициент, n
<b>1</b>	<b>2</b>
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица 6 – Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [2]

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад, $\Delta t_{н}$ , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Таблица 7 – Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции [2]

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию, $a$ $\frac{h}{a} \geq 0,3$ между гранями соседних ребер	8,7
Окон	8,0

Термическое сопротивление,  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda, \quad (5)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;  
 $\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , принимаемый по таблице 10, в зависимости от условий эксплуатации принимаемых по таблице 8

Таблица 8 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности [2]

Влажностный режим помещения	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухая	нормальная	влажная
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный, мокрый	Б	Б	Б

Термическое сопротивление ограждающей конструкции,  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев по формуле

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (6)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемые по формуле (5)

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$R_o = R_g + R_k + R_n, \quad (7)$$

где  $R_g = 1/\alpha_g$ ,  $\alpha_g$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по таблице 7;

$R_n = 1/\alpha_n$ ,  $\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода года,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по таблице 9 [2];

Таблица 9 – Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции [2]

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий $\alpha_n$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
<b>1</b>	<b>2</b>
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне	23
2. Перекрытий чердачных и над холодными подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Таблица 10 – Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций [2]

Материал	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Расчетные коэффициенты теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации	
		3 (А)	4 (Б)
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3 (А)</b>			
<b>4 (Б)</b>			
Конструкционные материалы			
Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,93
Цементно-шлаковый раствор	1400	0,52	0,64
Кирпичная кладка из сплошного кирпича			
Глиняного обыкновенного	1800	0,70	0,81
Силикатного	1800	0,76	0,87
Кирпичная кладка из кирпича пустотного			
Керамического	1600	0,58	0,64
- // -	1400	0,52	0,58
- // -	1200	0,47	0,52
Силикатного	1500	0,70	0,81
- // -	1400	0,64	0,76
Маты минераловатные прошивные	125	0,064	0,07
- // -	75	0,06	0,064
- // -	50	0,052	0,06
Плиты минераловатные полужесткие	350	0,09	0,11
- // -	300	0,087	0,09
- // -	200	0,076	0,08
- // -	100	0,06	0,07
- // -	50	0,052	0,06
Плиты минераловатные повышенной жесткости	200	0,07	0,076
Пенополистирол	150	0,052	0,06
- // -	100	0,041	0,052
- // -	40	0,041	0,05
Пенопласт	125	0,06	0,064
- // -	100	0,05	0,052
Гравий керамзитовый	800	0,20	0,23
- // -	600	0,16	0,20

Толщина слоя утеплителя, м, определяется по формуле

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \cdot \left[ R_o^{mp} - \left( \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right], \quad (8)$$

где  $\delta_1, \dots, \delta_n$  – толшины слоев, м

Найденное значение толщины слоя утеплителя округляют в большую сторону до 10 мм. После этого определяют фактическое сопротивление теплопередаче по формуле (7)

Для расчета трансмиссионных потерь теплоты удобно пользоваться величиной, обратной приведенному сопротивлению теплопередаче  $R_o$ , называемой коэффициентом теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) по формуле

$$K = \frac{1}{R_o} \quad (9)$$

Требуемое сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей определяют по таблице 3, исходя из ГСОП, затем по таблице 11 выбирают конструкцию световых проемов. В расчете трансмиссионных потерь теплоты через окна и балконные двери используют приведенное сопротивление теплопередаче в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – Уровни теплозащиты рекомендуемых окон в деревянных, пластмассовых и алюминиевых переплетах [3]

№ п. п.	Заполнение светового проема	Светопрозрачные конструкции					
		в деревянных или ПВХ переплетах			в алюминиевых переплетах		
		$R_o^r$ м <sup>2</sup> ·°С/Вт	τ	κ	$R_o^r$ м <sup>2</sup> ·°С/Вт	τ	κ
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах	0,40	0,75	0,62	-	0,70	0,62
2	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в спаренных переплетах	0,55	0,75	0,65	-	0,70	0,65
3	Двойное остекление из обычного стекла в отдельных переплетах	0,44	0,65	0,62	0,34	0,60	0,62
4	Двойное остекление с твердым селективным покрытием в отдельных переплетах	0,57	0,65	0,60	0,45	0,60	0,60
5	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размеров, мм: 194 x 194x98 2544 x 244 x 98	0,31	0,90	0,40 (без переплета)			
		0,33	0,90	0,45 (без переплета)			
6	Профильное стекло коробчатого сечения	0,31	0,90	0,50 (без переплета ) реп л ста)			
7	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	0,90	0,9	-	0,90	0,90
8	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	0,90	0,83	-	0,90	0,83
9	Тройное остекление из обычного стекла в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,50	0,70	0,46	0,50	0,70
10	Тройное остекление с твердым селективным покрытием в отдельно-спаренных переплетах	0,60	0,50	0,67	0,50	0,50	0,67
11	Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	0,35	0,80	0,76	0,34	0,80	0,76
		0,51	0,80	0,75	0,43	0,80	0,75
		0,56	0,80	0,54	0,47	0,80	0,54

## Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла:						
	обычного (с межстекольным расстоянием 8 мм)	0,50	0,80	0,74	0,43	0,80	0,74
	обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,80	0,74	0,45	0,80	0,74
	с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	0,58	0,80	0,68	0,48	0,80	0,68
	с твердым селективным покрытием с заполнением аргоном	0,68 0,65	0,80 0,80	0,48 0,68	0,52 0,53	0,80 0,80	0,48 0,68
13	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:						
	обычного	0,56	0,60	0,63	0,50	0,60	0,63
	с твердым селективным покрытием	0,65	0,60	0,58	0,56	0,60	0,58
	с мягким селективным покрытием	0,72	0,60	0,51	0,60	0,60	0,58
14	Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:						
	обычного	0,65	0,60	0,60	-	0,60	0,60
	с твердым селективным покрытием	0,72	0,60	0,56	-	0,58	0,56
	с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,80 0,82	0,60 0,60	0,36 0,56	- -	0,58 0,58	0,56 0,56
15	Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	0,70	0,59	-	0,70	0,59
16	Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,75	0,60	0,54	-	0,60	0,54
17	Четырехслойное остекление из обычного стекла в двух спаренных переплетах	0,80	0,50	0,59	-	0,50	0,59

## Примечания

1. Значения приведенного сопротивления теплопередаче, указанные в таблице, допускается применять в качестве расчетных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях на конструкции или не подтвержденных результатами испытаний.

2. К мягким селективным покрытиям стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твердым (К-стекло) — 0,15 и более.

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

3. Значения приведенного сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

4. Значения для окон со стеклопакетами приведены: для деревянных окон при ширине переплета 78 мм; для конструкций окон в ПВХ переплетах шириной 60 мм с тремя воздушными камерами

При применении ПВХ переплетов шириной 70 мм и с пятью воздушными камерами приведенное сопротивление теплопередаче увеличивается на  $0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;

- для алюминиевых окон значения приведены для переплетов с термическими вставками.

Результаты теплотехнического расчета свести в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты теплотехнического расчета

Наименование ограждения	$R_0^{\text{норм}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$	$R_0, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$	$K, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
Стена			
Перекрытие над подвалом			
Покрытие			
Окно			
Дверь наружная			

### **ЗАДАЧА 3. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ**

Расчет выполняется согласно указаниям СП 60.13330.2016 [4]

В соответствии с [5, п.8.2] система отопления и ограждающие конструкции дома должны быть рассчитаны на обеспечение в помещениях дома в течении отопительного периода при расчетных параметрах наружного воздуха для соответствующих районов строительства температуры внутреннего воздуха в допустимых пределах, установленных ГОСТ 30494, но не ниже 20°C для всех помещений с постоянным пребыванием людей ( по СП 60.13330), а в кухнях и уборных –18 °С, в ванных и душевых –24°C.

В соответствии с [4, п.5.1] параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений (кроме помещений, для которых параметры микроклимата установлены другими нормативными документами) следует принимать по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.2.2645 и СанПиН 2.2.4.548 для обеспечения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зонах помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах):

а) в холодный период года в обслуживаемой зоне помещений температура воздуха – минимальную из оптимальных температур ГОСТ 30494;

б) в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых зданий (кроме жилых помещений) температура воздуха – минимальная из допустимых температур.

Для удобства выполнения расчетов помещения нумеруют на плане этажа, начиная с левого верхнего: 1, 2, 3 и т.д., тогда соответствующие помещения на первом этаже будут 101, 102, 103 и т.д.; на втором этаже 201, 202, 203 и т.д., лестничная клетка обозначается буквами ЛК.

Коттедж необходимо ориентировать по сторонам света в соответствии с заданием, для чего на эскизе над планом этажа наносится роза ветров с указанием сторон света. Наименование ограждающих конструкций целесообразно обозначать сокращенно: ДО – двойное остекление; ОО – одинарное остекление, ОТ – тройное остекление, ДД – двойные двери, ПТ – потолок, ПЛ – пол, СН – стена наружная. Линейные размеры и площади ограждающих конструкций определяются с точностью до 0,1 м и 0,1 м<sup>2</sup> соответственно.

При вычислении площади стен удобнее не вычитать из площади стен площадь окон, а величину коэффициента теплопередачи окна –  $K_{ок}$  принимать уменьшенной на величину коэффициента теплопередачи стены –  $K_{ст}$ .

При наличии в наружной стене входной двери при расчете потерь теплоты через нее следует вычитать из площади стены площадь входной двери. Согласно [4, п.6.2.2] потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3 °С и менее.

В угловых и имеющих более одной наружной стены жилых помещениях температура внутреннего воздуха принимается на 2 °С выше, а добавка  $\beta 50,05$ , не вводится. Если в жилом помещении более двух наружных стен, температура внутреннего воздуха принимается на 2 °С выше, и вводится добавка  $\beta 50,05$  к основным теплотерям вертикальных наружных ограждений.

Расчет потерь теплоты ведется в следующей последовательности:

1. Трансмиссионные потери теплоты, то есть потери теплоты за счет теплопередачи, через отдельные ограждающие конструкции определяют для всех помещений, имеющих наружные ограждающие конструкции,  $Q_o$ , Вт, по формуле

$$Q_o = A \cdot (t_b - t_n) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n \cdot K, \quad (10)$$

где  $A$  – расчетная площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>, в соответствии с правилами обмера площадей ограждающих конструкций;

$K$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup> °С), ограждающей конструкции в соответствии с теплотехническим расчетом;

$t_b$  – расчетная температура воздуха в помещении, °С (таблица 13), определяемая в соответствии с нормами [8];

$t_n$  – расчетная температура наружного воздуха для отопления, °С, равная температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1];

$\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь; следует принимать: для наружных стен, окон и дверей, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад – в размере 0,1; на юго-восток и запад – в размере 0,05; для наружных входных дверей при высоте здания  $h$  (м): от отметки земли до верха карниза в размере:  $0,2h$  – для тройных

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

дверей с двумя тамбурами между ними, 0,27h – для двойных дверей с тамбурами между ними; 0,34h – для двойных дверей без тамбура и 0,22h – для одинарных дверей;  
 $l$  – то же, что в формуле (4)

Таблица 13 – Оптимальные и допустимые нормы температур внутреннего воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий [8]

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха	
		Оптимальная	Допустимая
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24
	Жилая комната в районах с температурой самой холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°C и ниже	21-23	20-24
	Кухня	19-21	18-26
	Туалет	19-21	18-26
	Ванная, совмещенный санузел	24-26	18-26
	Постирочная, сушильная, гладильная	17-19	15-21
	Помещение с теплогенератором	17-19	15-21
	Помещения для отдыха	20-22	18-24
	Межквартирный коридор	18-22	16-22
	Кладовые	16-18	12-22

2. Расход теплоты  $Q_i$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха, по упрощенной методике следует определять по формуле

$$Q_i = 0,28L_n \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_n) \cdot k, \quad (11)$$

где  $L_n$  – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м<sup>3</sup>/ч, принимаемый равным 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> пола жилых помещений;  
 $c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

$t_{в}, t_{н}$  – расчетные температуры воздуха, °С, соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

$\rho$  – плотность воздуха в помещении, принимается равной 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон и балконных дверей с отдельными переплетами и 1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов

3. Суммарные бытовые поступления теплоты, Вт, за счет внутренних источников (электробытовые и осветительные приборы, кухонные плиты и пр.) в жилые комнаты и кухни, следует принимать не менее 10 Вт на 1 м<sup>2</sup> пола

$$Q_{\text{быт.}} = 10 \cdot A_{\text{пола}}, \quad (12)$$

где  $A_{\text{пола}}$  – площадь пола жилой комнаты или кухни, м<sup>2</sup>

4. Количество теплоты, которое должно компенсироваться системой отопления для поддержания расчетной внутренней температуры воздуха (тепловая нагрузка отопительных приборов)  $Q_{п}$ , Вт, определяется для каждого помещения из уравнения теплового баланса

$$Q_{н} = \sum Q_{o} + Q_{i} - Q_{\text{быт.}} \quad (13)$$

5. Для расчета необходимого числа секций радиатора необходимо знать теплоотдачу одной секции и теплотери данного помещения. Количество секций радиатора находят как отношение теплотери помещения к тепловой мощности одной секции радиатора.

Результаты расчета тепловых потерь каждого помещения заносят в таблицу расчета потерь теплоты (приложение Б, таблица Б.1).

## ЗАДАЧА 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

При проектировании системы отопления, вид и параметры теплоносителя, а также тип основного отопительного оборудования для жилых домов принимаются согласно указаниям [4].

В соответствии с [4, п.6.3.1] трубопроводы систем внутреннего тепло-снабжения следует предусматривать из стальных, медных, латунных, полимерных (в том числе металлополимерных) труб, разрешенных к применению в строительстве. Трубопроводы из полимерных труб следует выбирать с учетом изменяющихся в течение отопительного периода параметров теплоносителя (температуры, давления) и соответствующего им срока службы.

В соответствии с [4, п.6.3.4] способ прокладки трубопроводов системы отопления должен обеспечивать легкую замену их при ремонте. В наружных ограждающих конструкциях замоноличивать трубопроводы систем отопления не следует; допускается прокладка изолированных трубопроводов в штрабах ограждений. Замоноличивание труб (кроме полимерных) без защитного кожуха в строительных конструкциях (кроме наружных) допускается:

- в зданиях со сроком службы менее 20 лет;
- при расчетном сроке службы труб 40 лет и более

Согласно [6, п. 7.2.2] рекомендуется применять двухтрубные системы отопления. В поэтажных трубных разводках рекомендуется применять:

- «лучевую» схему с центрально расположенными подающим и обратным коллекторами;
- двухтрубную схему с разводкой по периметру дома

При скрытой прокладке трубопроводы размещают в специально предусмотренных шахтах и бороздах (штрабах), за плинтусами, в строительных конструкциях (замоноличивают в них). В этих случаях в местах расположения разборных соединений и арматуры для обеспечения доступа к ним устраивают лючки.

При прокладке трубопроводов учитывают изменение длин труб при изменении температуры теплоносителя. При выборе материала труб следует учесть их технические характеристики, а также преимущества и недостатки.

- Трубы стальные водогазопроводные:

Могут применяться в системах отопления с высокой температурой теплоносителя – до 95 °С и выше (в случае, если это не противоречит санитарно-гигиеническим нормам), обладают низким коэффициентом линейного расширения, высокой прочностью. Но

наряду с этим имеют большую массу, низкую коррозионостойкость, малый срок службы, малую пластичность, в процессе эксплуатации не сохраняют начальной шероховатости. А также сложны в монтаже, при осуществлении которого, требуется уделять особое внимание герметичности соединений, аккуратности в процессе работы, высокой точности при выполнении монтажно-заготовительных работ и пр.

– Трубы металлополимерные:

В сравнении со стальными имеют ряд преимуществ, проявляющихся прежде всего в процессе монтажа, который выполняется быстрее и проще. Они обладают высокой пластичностью, что позволяет без особого труда гнуть их, легкостью, высокой коррозионной стойкостью, большим сроком службы, хорошей звукоизоляцией. Но при этом металлополимерные трубы весьма дорогие, не выдерживают высоких температур – не более 95 °С (фактически не выше 80 °С). Также запрещается их открытая прокладка, ввиду подверженности механическому воздействию и слабого сопротивления ультрафиолетовому излучению. Все чаще применяются в современных системах отопления, ввиду своих высоких эксплуатационных качеств.

## ЗАДАЧА 5. УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

**Графическая часть** выполняется от руки со следующим содержанием:

- план 1-го этажа с нанесением элементов систем отопления и вентиляции, М 1:100;
- план 2-го этажа с нанесением элементов систем отопления и вентиляции, М 1:100;
- схема системы отопления, М 1:100;
- эскиз узла присоединения отопительного прибора, М 1:100;
- эскиз узла управления, М 1:100;

Все необходимые пояснения к выполнению графической части представлены в [7].

Проектирование системы отопления выполняют в следующей последовательности:

1. Вычерчивают план, на котором, в соответствии с [7], должны быть указаны следующие элементы:

- а) оси здания с размерами между ними;
- б) ориентация коттеджа по сторонам света;
- в) отметки чистых полов этажей;
- г) буквенно-цифровые обозначения воздухопроводов и трубопроводов;
- д) диаметры и сечения трубопроводов и воздухопроводов;
- е) отопительные приборы с указанием на полках линий-выносок количества секций радиаторов;

2. На планах размещают отопительные приборы, как правило, под световыми проемами (в случае невозможности – у наружных стен).

3. Прокладка трубопроводов скрытая, в плинтусах и штрабах.

4. Для удаления воздуха из системы следует предусмотреть на каждом отопительном приборе воздушные краны в верхних пробках радиаторов.

5. В соответствии с [4, п.6.3.12] трубопроводы допускается прокладывать без уклона при скорости движения воды в трубопроводах:

- из стальных труб – 0,25 м/с и более;
- из медных и полимерных труб – 0,1 м/с и более

Уклон принимается равным 0,003 (3 мм на 1 м).

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

6. Для регулирования и отключения отдельных веток, а также отопительных приборов системы отопления, в соответствии с [6, п. 7.2.8.1] запорную арматуру следует предусматривать:

- для отключения и спуска воды и воздуха от отдельных колец и ветвей системы отопления;
- для отключения части или всех отопительных приборов в помещениях, в которых отопление используется периодически или частично

Согласно [6, п. 7.2.8.3] в качестве запорной арматуры рекомендуется использовать шаровые краны.

7. В соответствии с [4, п.6.4.10] у отопительных приборов следует устанавливать регулируемую арматуру. В жилых и общественных зданиях у отопительных приборов следует устанавливать автоматические терморегуляторы и клапаны для спуска теплоносителя, соответственно на подающей и обратной подводках к отопительным приборам. Для опорожнения системы и каждого ответвления следует предусмотреть клапаны для слива.

8. На схеме системы отопления после всех необходимых расчетов должны быть нанесены следующие элементы:

- а) диаметры каждого участка подающей и обратной магистрали;
- б) буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- в) уклоны на подающей и обратной магистралях;
- г) отметки осей трубопроводов подающей и обратной магистрали;
- д) запорно-регулирующая арматура с указанием диаметра и марки;
- е) число секций отопительных приборов

В приложении Г представлены эскизы узла управления и узла присоединения отопительного прибора. На узлах нанесены обозначения всей необходимой запорно-регулирующей арматуры. Представленная конфигурация имеет технико-экономическое обоснование и является ознакомительным примером.

Условные графические обозначения и указания по оформлению чертежей представлены в нормативных документах [7, 9].

9. Итогом проектирования системы отопления является выполнение спецификации оборудования по приложению Б, таблица Б.3 (пример заполнения – приложение Г, таблица Г.1). Указания и рекомендации по ее выполнению представлены в [7].

## ЗАДАЧА 6. РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА И РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Тепловой поток системы отопления во всех случаях больше расчетных теплотерь отапливаемого здания из-за неизбежного завышения поверхностей принимаемых к установке отопительных приборов (за счет округления их до ближайшего типоразмера или целого числа секций), теплоотдачи трубопроводов в неотапливаемых помещениях, увеличенных теплотерь «радиаторными» участками наружных ограждений.

Тепловой поток системы отопления  $Q_{c.o}$ , кВт, следует определять по формуле

$$Q_{c.o} = Q_1 + Q_d, \quad (14)$$

где  $Q_1$  – расчетные теплотери отапливаемого здания, кВт;  
 $Q_d$  – дополнительные потери теплоты, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых помещениях, кВт, принять равными 5% от  $Q_1$

Расход теплоносителя  $G_{yч}$ , кг/ч, в системе, ветви или стояке системы отопления определяется по формуле

$$G_{yч} = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o}}{c \cdot \Delta t} \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (15)$$

где  $Q_{c.o}$  – расчетный тепловой поток, определенный по формуле (14), Вт, в системе, отдельной ветви или стояке;

$\Delta t$  – разность температур, °С, теплоносителя на входе и выходе из системы, ветви или стояка. При предварительном расчете  $\Delta t$  рекомендуется принимать на 1°С меньше расчетного перепада температур теплоносителя в системе отопления;

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

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий теплоотдачу дополнительной площади принимаемых к установке отопительных приборов за счет округления сверх расчетной площади,  $\beta_1 = 1,03$ ;

$\beta_2$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери из-за размещения отопительных приборов у наружных ограждений,  $\beta_2 = 1,02$ .

## ЗАДАЧА 7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Цель гидравлического расчета – определение экономических диаметров трубопроводов при заданных тепловых нагрузках и предполагаемом перепаде давления теплоносителя.

В соответствии с [6, п.7.1.3] проектирование системы отопления дома следует осуществлять с учетом необходимости обеспечивать равномерное нагревание воздуха помещений, а также гидравлическую и тепловую устойчивость системы теплоснабжения. При этом должны быть предусмотрены меры по обеспечению пожарной безопасности и эксплуатационной надежности системы.

Гидравлический расчет выполняют после того, как вычерчена аксонометрическая схема и на нее нанесены все элементы (радиаторы, запорно-регулирующая арматура и т.д.).

Гидравлический расчет выполняют методом удельных потерь давления, в соответствии с которым потери давления на расчетном участке  $\Delta p_{\text{уч}}$ , Па, определяются по формуле

$$\Delta p_{\text{уч}} = Rl + Z,$$

где  $R$  – удельная потеря давления на трение, Па/м, т.е потеря на трение на участке длиной 1м;  
 $Z$  – потери давления на местные сопротивления, Па

Расчет делают для основного циркуляционного кольца через дальний прибор отопления и циркуляционного кольца через ближний прибор. Задача расчета состоит в подборе диаметров отдельных участков циркуляционных колец таким образом, чтобы суммарные потери давления между ними  $\Sigma(Rl+Z)$  различались не более чем на 15%.

Результаты расчета сводятся в таблицу Б.2., приложение Б.

### **Последовательность гидравлического расчета системы отопления:**

1. На аксонометрической схеме системы отопления, приложение Г, рисунок Г.2, определяются контуры дальнего и ближнего циркуляционных колец, подающая магистраль, стояки, отопительные приборы этажей, обратная магистраль. Циркуляционные кольца разбивают на участки, характеризующиеся постоянным расходом теплоносителя и неизменным диаметром. Каждый расчетный участок обозначают порядковым номером, в числителе указывают его тепловую нагрузку, в знаменателе – длину.

2. Расчет следует начинать с кольца через дальний отопительный прибор. Определяют необходимый расход теплоносителя на каждом участке  $G_{уч}$ , кг/ч, по формуле (15). При расчете расхода теплоносителя в стояках (ветвях) системы  $\Delta t = t_r - t_0$  рекомендуется принимать на 1 °С меньше расчетного перепада температур в системе отопления.

3. По таблицам 14, 18 для расчетного расхода  $G_{уч}$  подбирают диаметры участков так, чтобы скорость движения воды в трубах не превышала 1,5 м/с [4, п.6.3.10]. По принятому диаметру участка  $d_{уч}$  и расчетному расходу  $G_{уч}$  определяют действительное значение  $R$ , Па/м, и скорость движения воды,  $w$ , м/с.

4. По величине скорости определяют значения динамического давления,  $P_{д}$ , Па, таблица 15, на каждом участке.

5. Определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений,  $\Sigma \xi$ , на каждом рассматриваемом участке, таблицы 16, 17. В графе 13 таблицы гидравлического расчета (приложение Г, таблица Г1) приводятся принятые значения коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке. Умножая сумму коэффициентов местных сопротивлений  $\Sigma \xi$  на  $P_{д}$ , находят величину потерь давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па. Местное сопротивление, находящееся на границе двух участков, следует относить к участку с меньшим расходом теплоносителя.

6. Определяют полные потери давления на каждом участке, складывая потери давления на трение по длине участка  $R$  и потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ . Потери давления всего циркуляционного кольца будут равны сумме потерь давления на всех участка, т.е.  $\Sigma (R+Z)$ .

7. Так как система отопления коттеджа является автономной, то для циркуляции теплоносителя устанавливается подходящий по напору циркуляционный насос. Если же ведется расчет из условия подключения к системе централизованного теплоснабжения, то выполняется проверка правильности гидравлического расчета: суммарные потери через дальний отопительный прибор

$\Sigma(R+Z_{д.от.пр.})$  не должны превышать  $0,9\Delta P_i$ , т.е. должно соблюдаться условие

$$\Sigma(R+Z)_{д.от.пр.} \leq 0,9 \cdot \Delta P_i, \quad (16)$$

где  $\Delta P_i$  – располагаемое давление на вводе, Па

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Если это условие не выполняется, то необходимо на отдельных участках изменить диаметры труб.

Таблица 14 – Таблица для гидравлического расчета стальных трубопроводов систем водяного отопления  $t_r=95\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o=70\text{ }^\circ\text{C}$  и  $k=0,2\text{ мм}$

Удельные потери давления на трение $R$ , Па/м	Количество проходящей воды $G$ , кг/ч (верхняя строка), скорость движения воды $w$ , м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (газовым) (ВГП) обыкновенным (ГОСТ 3262-75) условным проходом $d$ , мм						
	15x2,5	20x2,5	25x2,8	32x2,8	40x3,0	50x3,0	65x3,2
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
28	91	221	391	840	1261	2645	4702
	0,135	0,171	0,19	0,233	0,265	0,312	0,35
32	98	237	416	902	1357	2740	5043
	0,145	0,183	0,202	0,25	0,284	0,334	0,383
36	106	256	441	964	1444	2814	5350
	0,156	0,195	0,214	0,267	0,304	0,356	0,409
40	112	267	467	1026	1524	2973	5657
	0,164	0,206	0,226	0,284	0,321	0,376	0,433
50	126	297	530	1149	1710	3336	6339
	0,186	0,23	0,257	0,318	0,36	0,422	0,485
60	139	324	593	1270	1866	3699	6971
	0,205	0,25	0,288	0,352	0,393	0,468	0,533
70	151	351	635	1369	2022	3988	7534
	0,223	0,271	0,308	0,379	0,426	0,504	0,576
80	162	377	677	1467	2178	4276	8066
	0,239	0,291	0,328	0,406	0,458	0,54	0,618
90	173	404	719	1554	2309	4543	8567
	0,255	0,312	0,348	0,43	0,486	0,574	0,655
100	183	430	759	1632	2431	4788	9035
	0,269	0,332	0,369	0,452	0,512	0,605	0,691
120	201	469	835	1786	2674	5250	9899
	0,295	0,362	0,405	0,494	0,563	0,664	0,757
140	216	507	904	1939	2895	5686	10584
	0,318	0,392	0,438	0,537	0,609	0,719	0,81

Примечание:  $k$  – шероховатость внутренней поверхности труб

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

 Таблица 15 – Значение динамического давления  $P_d$  при гидравлическом расчете систем водяного отопления

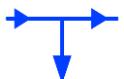
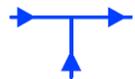
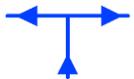
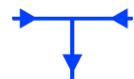
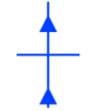
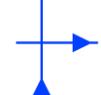
Скорость воды, м/с	$P_d$ , Па	Скорость воды, м/с	$P_d$ , Па
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
0,01	0,05	0,37	67,67
0,02	0,2	0,38	70,61
0,03	0,45	0,39	74,53
0,04	0,8	0,4	78,45
0,05	1,23	0,41	82,37
0,06	1,77	0,42	86,3
0,07	2,45	0,43	91,2
0,08	3,14	0,44	95,13
0,09	4,02	0,45	99,08
0,1	4,9	0,46	103,98
0,11	5,98	0,47	108,89
0,12	7,06	0,48	112,82
0,13	8,34	0,49	117,71
0,14	9,61	0,5	122,61
0,15	11,08	0,51	127,52
0,16	12,56	0,52	131,37
0,17	14,22	0,53	138,31
0,18	15,89	0,54	143,21
0,19	17,75	0,55	149,09
0,2	19,61	0,56	154,00
0,21	21,57	0,57	159,88
0,22	23,53	0,58	165,77
0,23	26,48	0,59	170,67
0,24	28,44	0,6	176,55
0,25	30,44	0,61	183,42
0,26	33,34	0,62	189,3
0,27	36,29	0,65	207,88
0,28	38,25	0,68	227,48
0,29	41,19	0,71	248,07
0,3	44,13	0,74	268,67
0,31	47,08	0,77	291,23
0,32	49,99	0,8	314,79
0,33	53,93	0,85	355,0
0,34	56,88	0,9	398,18
0,35	59,82	0,95	443,29
0,36	63,74	1,0	490,3

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Таблица 16 – Коэффициенты местных сопротивлений для различных элементов систем отопления (приближенные значения) труб стальных ВГП, ГОСТ 3262-75\*

Элементы систем отопления	Условный проход труб d, мм					
	15	20	25	32	40	≥50
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Компенсаторы:						
П-образные	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы:						
90° и утки	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2
широкие	1	1	1	1	1	1
Скобы	3	2	2	2	2	2
Тройники:						
на проходе	1	1	1	1	1	1
на ответвлении	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3
Крестовины:						
на проходе	2	2	2	2	2	2
на ответвлении	3	3	3	3	3	3
Вентили:						
обыкновенные	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Задвижки	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Краны:						
проходные	4	2	2	2	-	-
двойной регулировки	4	2	2	-	-	-
Трехходовой кран:						
при повороте потока	3	3	4,5	-	-	-
прямом проходе	2	1,5	2	-	-	-

Таблица 17 – Коэффициенты местных сопротивлений для труб металлополимерных, ГОСТ 32415-2013

Диаметр трубы d, мм	Наименование фасонной части								Муфта
	Изгиб трубы	Уголок	Тройник Ответвление потока	Тройник Смещение потока	Тройник Разделение потока	Тройник Соединение потоков	Крестовина Проход	Крестовина Ответвление	
									
14x2	0,7	1,5	1,3	1,6	1,7	1,7	1,5	1,7	1
16x2	0,6	1,4	1,2	1,5	1,6	1,6	1,4	1,6	0,9
18x2	0,55	1,2	0,9	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	0,7
20x2	0,5	1,1	0,6	1,3	1,4	1,4	1,2	1,4	0,5
25x3	0,4	1	0,5	1,2	1,3	1,3	1,05	1,3	0,4
32x3	0,3	0,8	0,3	1,0	1,1	1,1	0,9	1,1	0,3
40x3,5	0,26	0,76	0,28	0,95	1	1	0,8	1	0,26
50x4	0,22	0,72	0,26	0,9	0,95	0,95	0,6	0,95	0,22
63x4,5	0,18	0,7	0,24	0,85	0,9	0,9	0,45	0,9	0,18

\* – КМС для запорно-регулирующей арматуры брать из таблицы 15

Таблица 18 – Таблица для гидравлического расчета металлополимерных труб

Диаметр трубы $d$	Расход $G$ , $\frac{кг}{ч}$ Уд. потери давления на тр. $R$ , Па скорость $W$ , $\frac{м}{с}$	Трубы металлополимерные ГОСТ 32415-2013									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	G	21,5	43	64,5	86	107,5	129	150,5	172	193,5	215
14x2	R	22,3	46	98	150	226	302	400,5	499	615	731
	W	0,08	0,15	0,225	0,3	0,38	0,46	0,535	0,61	0,685	0,76
16x2	R	8,4	17	40	63	95,5	128	169	210	260	310
	W	0,06	0,11	0,16	0,21	0,265	0,32	0,37	0,42	0,47	0,52
18x2	R	-	7	19	31	46,5	62	81,5	101	125	149
	W	-	0,08	0,12	0,16	0,195	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39
20x2	R	-	3	9,5	16	24,5	33	43,5	54	66,5	79
	W	-	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3
25x3	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23
32x3	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	G	-	236,5	265,2	293,9	322,5	344	372,6	401,2	430	451,5
25x3	R	-	44,75	51,5	58,25	65	71,75	78,5	85,25	92	104
	W	-	0,249	0,268	0,286	0,305	0,324	0,343	0,3613	0,38	0,404
32x3	R	-	10,38	12,75	15,13	17,5	19,88	22,25	24,625	27	30,375
	W	-	0,125	0,14	0,155	0,17	0,185	0,2	0,215	0,23	0,244
40x3,5	R	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10
	W	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,149
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	G	-	480,2	508,9	537,5	559	587,7	616,4	645	671,875	698,75
25x3	R	-	116	128	140	152	164	176	188	203,5	219
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40x3,5	W	-	0,428	0,451	0,475	0,499	0,523	0,546	0,57	0,5938	0,6175
32x3	R	-	33,75	37,13	40,5	43,88	47,25	50,63	54	58,375	62,75
	W	-	0,258	0,271	0,285	0,299	0,313	0,326	0,34	0,3538	0,3675
40x3,5	R	-	11	12	13	14	15	16	17	18,5	20
	W	-	0,158	0,166	0,175	0,184	0,193	0,201	0,21	0,2188	0,2275
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	G	-	725,6	752,5	779,4	806,3	833,1	860	886,88	913,75	940,63
25x3	R	-	234,5	250	265,5	281	296,5	312	273	234	195
	W	-	0,641	0,665	0,689	0,713	0,736	0,76	0,665	0,57	0,475
32x3	R	-	67,13	71,5	75,87	80,25	84,63	89	94,5	100	105,5
	W	-	0,381	0,395	0,409	0,423	0,436	0,45	0,4638	0,4775	0,4913
40x3,5	R	-	21,5	23	24,5	26	27,5	29	30,75	32,5	34,25
	W	-	0,236	0,245	0,254	0,263	0,271	0,28	0,2888	0,2975	0,3063
50x4	R	-	-	-	-	-	-	9	9,625	10,25	10,875
	W	-	-	-	-	-	-	0,14	0,15	0,16	0,17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	G	-	967,5	994,4	1021	1048	1075	-	-	-	-
25x3	R	-	156	117	78	39	-	-	-	-	-
	W	-	0,38	0,285	0,19	0,095	-	-	-	-	-
32x3	R	-	111	116,5	122	127,5	133	-	-	-	-
	W	-	0,505	0,519	0,533	0,546	0,56	-	-	-	-
40x3,5	R	-	36	37,75	39,5	41,25	43	-	-	-	-
	W	-	0,315	0,324	0,333	0,341	0,35	-	-	-	-
50x4	R	-	11,5	12,13	12,75	13,38	14	-	-	-	-
	W	-	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	-	-	-	-

## ЗАДАЧА 8. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

### Подбор котельного агрегата:

Выбор и размещение теплогенератора в многоквартирных жилых домах должны выполняться в соответствии с требованиями и рекомендациями, изложенными в [6].

Согласно [6, п.6.2.2] в качестве теплогенераторов должно применяться автоматизированное оборудование полной заводской готовности с максимальной температурой теплоносителя – воды до 95 °С и давлением 1,0 Мпа, имеющее сертификат соответствия.

В соответствии [6, п.6.2.3] для применения в многоквартирном доме следует применять теплогенераторы, эксплуатация которых возможна без постоянного обслуживающего персонала.

Подбор котла должен осуществляться по тепловой мощности, указанной в паспорте изделия, которая не должна быть меньше расчетной нагрузки на систему отопления. Технические характеристики настенных газовых водогрейных котлов с закрытой камерой сгорания малой и средней мощности приведены в таблице 19.

При выборе необходимо учитывать диаметры присоединительных патрубков, которые должны быть не меньше диаметра трубопровода на вводе, тип установки и габаритные размеры, определяющие положение прибора (Приложение Г, рисунок Г.2).

Таблица 19 – Технические характеристики теплогенераторов

Обозначение	Мощность $Q_{с.о.}$ , кВт	Рабочая температура $t_{max}$ , °C	Объем нагревательной колбы $V_K$ , л	Диаметры присоединительных патрубков d		Тип установки	Габаритные размеры, (АхВхС) мм
				d, дюймы	d, мм		
Beretta CITY 25 CSI green	6; 9; 12; 15; 18; 20	80	8	G 3/4"	20	Настенный (снизу)	715x405x250
Viessmann Vitopend 100-W	12; 15; 18; 21; 24	95	12,5	G 1"	25	Настенный (снизу)	725x400x340
<a href="#">Buderus Logamax U052</a>	7,8; 9,3; 11; 13,5; 15; 18; 21,8	95	14	G 1"	25	Настенный (снизу)	870x335x470
<a href="#">Protherm Ягуар 24 JTV</a>	9,2; 11,5; 14; 18; 21; 23,5	85	7	G 3/4"	20	Настенный (снизу)	410x700x280
<a href="#">Leberg Flamme 24 ASD</a>	10; 12; 15; 18; 20	85	6	G 3/4"	20	Настенный (снизу)	410x740x265

\*– А – высота, В – глубина, С – ширина

### Подбор циркуляционного насоса.

Подбор насосного оборудования осуществляется по требованию для компенсации полных потерь давления в системе отопления напора и обеспечения расчетного расхода теплоносителя.

Технические характеристики циркуляционных насосов представлены в таблице 20.

При выборе насоса, для продления срока службы и сохранения эксплуатационных качеств, следует предусмотреть запас не менее 20% по напору, на случай изменения гидравлического режима, и производительности, на случай внесения изменений в схему системы отопления и увеличения объема теплоносителя.

В соответствии с [6, п.7.2.9.2] на случай отключения электричества во время отопительного периода рекомендуется предусматривать байпасную линию у теплогенератора, обеспечивающую минимальную циркуляцию теплоносителя для уменьшения вероятности замораживания системы, рисунок 1 и приложение Г, рисунки Г.3, Г.4.

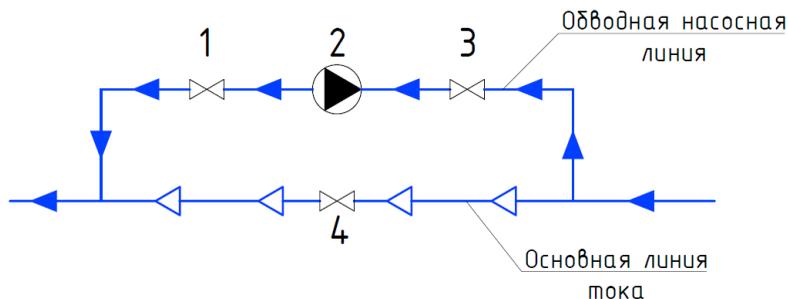


Рис. 1 – Схема подключения насоса

- 1, 3, 4 – шаровый кран или вентиль; 2 – циркуляционный насос;
- ← направление движения теплоносителя по обводной насосной линии, когда вентиль или шаровый кран 4 в положении «закрыто»;
- < – направление движения теплоносителя по основной линии тока, при вентильях или шаровых кранах 1 и 3 в положении «закрыто».

Таблица 20 – Технические характеристики циркуляционных насосов

Обозначение	Напор P, м**	Расход G, $\frac{м^3}{ч}$ **	Диаметры присоединительных патрубков d	
			d, дюймы	d, мм
Wilo-Star-RS 15/2-130	2,0	3,0	G 1"	25
Wilo-Star-RS 25/4-130	4,0	4,0	G 1 1/2"	40
Wilo-Star-RS 25/6-130	6,0	4,0	G 1 1/2"	40
WPE25-40G	0,5-4,0*	0,5-2,5*	G 1"	25
WPE32-60G	0,5-6,0*	0,5-3,4*	G 1 1/4"	32
WCP25-60G130	0,5-6,0*	0,5-2,7*	G 1"	25
Циркуль 25/80	8	0,72	G 1"	25
Циркуль 32/80	8	0,72	G 1 1/4"	32

\* – возможны различные конфигурации параметров, в зависимости от пожеланий потребителя. Относительно минимальных параметров с шагом 0,5 вплоть до максимальных.

\*\* – в большинстве каталогов характеристики оборудования приводятся в единицах, отличающихся от применяемых при стандартных расчетах. Для осуществления подбора необходимо выполнить перевод единиц из Па в метры водяного столба для напора и

$\frac{м^3}{ч}$  из  $\frac{кг}{ч}$  для расхода.

### Подбор расширительного бака.

В соответствии с [6, п.7.2.6.1] для компенсации температурных расширений теплоносителя в независимых системах отопления следует предусматривать расширительные баки.

Согласно [6, п.7.2.6.2] в системе водяного отопления с искусственным побуждением циркуляции теплоносителя могут использоваться открытые или закрытые расширительные баки, располагаемые в помещении теплогенератора. Рекомендуется применять расширительные баки диафрагменного типа с тепловой изоляцией. Приложение Г, рисунок Г.3.

В соответствии с [6, п.7.2.6.3] требуемая вместимость бака устанавливается в зависимости от объема теплоносителя в системе отопления.

Технические характеристики мембранных расширительных баков представлены в таблице 22.

Полезный объем расширительного бака рассчитывается по формуле 17

$$V_B = \frac{(V_K + V_{Tp} + V_{Пр})}{D} \cdot \beta, \quad (17)$$

где  $V_K$  – объем нагревательной колбы котла, указываемый в паспорте изделия, таблица 19;

$V_{Tp}$  – объем трубопровода, рассчитываемый по формуле 18;

$V_{Пр}$  – объем отопительных приборов (радиаторов), рассчитываемый по формуле 19;

$\beta$  – коэффициент температурного расширения теплоносителя, принимаемый в зависимости от вида теплоносителя и максимальной температуры в проектируемой системе отопления (для воды при температуре 95°C – 0,0396; при температуре 80 °C – 0,029);

$D$  – показатель эффективности расширительного бака, рассчитывается по формуле 20

$$V_{Tp} = \sum (l_m \cdot V_n), \quad (18)$$

где  $l_m$  – длина трубопровода данного диаметра во всей системе отопления;

$V_n$  – объем одного метра трубопровода при данном диаметре, подбирается по таблице 21

Таблица 21 – Объем теплоносителя в одном погонном метре трубы

Трубы стальные водогазопроводные (ГОСТ 3262-75*)			Трубы металлополимерные (ГОСТ 32415-2013)	
Диаметр резьбы d, дюймы	Условный проход d, мм	Объем, л	Условный проход d, мм	Объем, л
G 1/2"	15x2,5	0,177	14x2,0	0,075
G 3/4"	20x2,5	0,314	16x2,0	0,113
G 1"	25x2,8	0,491	18x2,0	0,154
G 1 1/4"	32x2,8	0,804	20x2,0	0,201
G 1 1/2"	40x3,0	1,257	25x3,0	0,314
G 2"	50x3,0	2,467	32x3,0	0,531
G 2 1/2"	65x3,2	3,318	40x3,5	0,855
G 3"	80x3,5	5,026	50x4,0	1,385
G 4"	100x4,0	7,854	63x4,5	2,229

$$V_{Гр} = n \cdot V_C, \quad (19)$$

где  $n$  – количество секций радиаторов;

$V_C$  – объем одной секции, принимаемый в зависимости от вида радиатора и указываемый в его паспорте. Для Alum 350 – 0,19 л, Alum 500 – 0,27

$$D = \frac{(P_V - P_S)}{P_V + 1}, \quad (20)$$

где  $P_V$  – допустимое давление в системе отопления, на которое настраивается предохранительный клапан. Для индивидуальных систем – 2,5 атм;

$P_S$  – предварительное давление в воздушной полости расширительного бака – 0,5 атм

Таблица 22 – Технические характеристики мембранных расширительных баков

Обозначение	Объем расширительного бака $V_B$ , л	Диаметр присоединительного патрубка d	
		d, дюймы	d, мм
6 ВП Джилекс 7807	6	G 3/4"	20
WWQ RB8V	8	G 1"	25
10 ВП Джилекс 7811	10	G 3/4"	20
Эван НТ-12	12	G 1"	25
14 ВП Джилекс 7815	14	G 3/4"	20
Wester WRV 18	18	G 3/4"	20
Wester WRV 24	24	G 3/4"	20
Reflex NG35	35	G 3/4"	20
UNIPUMP 50	50	G 1"	25

## ЗАДАЧА 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНОВ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Проектирование вентиляции многоквартирных жилых домов следует выполнять в соответствии с нормами и рекомендациями [4,5].

В соответствии с [5, п.8.3] система вентиляции должна поддерживать чистоту (качество) воздуха в помещениях в соответствии с санитарными требованиями и равномерность его поступлений и распространения. Вентиляция может быть:

- с естественным побуждением удаления воздуха через вентиляционные каналы;
- с механическим побуждением притока и удаления воздуха, в том числе совмещения с воздушным отоплением;
- комбинированная с естественным притоком и удалением воздуха через вентиляционные каналы с частичным использованием механического побуждения

Вытяжная общеобменная вентиляция с естественным побуждением жилых комнат осуществляется через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных, а приточный воздух поступает в жилые комнаты и кухню за счет инфильтрации. Для обеспечения естественной вентиляции должна быть предусмотрена возможность проветривания помещений дома через окна, форточки, фрамуги и др.

Воздух из помещений, в которых могут быть вредные вещества или неприятные запахи, должен удаляться непосредственно наружу и не попадать в другие помещения, в том числе через вентиляционные каналы. Объединение вентиляционных каналов из кухонь, уборных, ванных не допускается, также не допускается объединение каналов с разных этажей в зданиях до 5 этажей. Вентиляционные каналы не разрешается устраивать в наружных стенах.

В соответствии с [4 п. 7.1.10] в жилых зданиях, в том числе коттеджах, рекомендуется проектировать вентиляцию с естественным побуждением. Кратность воздухообмена в помещениях следует принимать в соответствии с данными таблицы 23 [6,14,15].

Вытяжные вентиляционные каналы чаще всего размещают в кирпичных стенах, расположенных внутри здания. Размеры каналов принимают кратными 1/2 кирпича, минимальная толщина стенок каналов и толщина простенков между ними – 1/2 кирпича. Наиболее часто поперечное сечение каналов принимают равным

140x140 или 140x270 мм, в соответствии с расчетом. При отсутствии примыкания санузлов и кухонь к кирпичным стенам вытяжные каналы выполняют приставными из гипсошлаковых, шлакобетонных плит или других материалов.

В соответствии с [6 п.8.4.3] помещения, в которых устанавливаются теплогенераторы, должны иметь вытяжные вентиляционные решетки, т.к. при работе газовых водогрейных котлов основанных на сжигании газообразного топлива, происходит выброс вредных веществ в окружающую среду, таковыми веществами являются дымовые газы, содержащие окислы углерода и азота. Для дополнительного притока воздуха следует предусматривать в нижней части двери решетку или зазор между дверью и полом с живым сечением не менее 0,02 м<sup>2</sup>.

Согласно [6, п.7.6.1] отведение дымовых газов от теплогенераторов на мазуте, газе, твердом топливе, следует предусматривать через дымоотводы в дымоход или дымовую трубу.

Для теплогенераторов с закрытой камерой сгорания допускается предусматривать отвод отработанных газов в атмосферу и воздухозабор на горение через наружные ограждающие конструкции при помощи коаксиальной трубы.

В соответствии с [5 п.8.4] кратность воздухообмена во всех вентилируемых помещениях в нерабочем режиме должна составлять не менее 0,2 объема помещения в час, таблица 23.

Площадь сечения вентиляционных каналов и живого сечения жалюзийных решеток

$$A_{в.к.(в.р.)} = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (21)$$

где  $v$  – скорость воздуха в канале или вентиляционной решетке, м/с, принять в соответствии с таблицей 24;

$L$  – расход воздуха в канале, м<sup>3</sup>/ч

Размер жалюзийных решеток и вентиляционных каналов принимается по приложению В, таблицы В.1, В.2, в зависимости от площади живого сечения.

На плане 2-го этажа показывают вентиляционные каналы со всех этажей и их размеры. На плане 1-го этажа показывают вентиляционные каналы из кухни, ванной и санузла 1-го этажа и выносной указывают сечение каналов, количество и сечение вентиляционных решеток.

## Отопление и вентиляция здания жилого многоквартирного

Таблица 23 – Кратность или величина воздухообмена в помещениях жилых зданий [6,14,15]

Помещения	Норма воздухообмена	
	В нерабочем режиме	В режиме обслуживания
Спальная, общая, детская комнаты	0,2	1,0
Кладовая, бельевая, гардеробная	0,2	1,0
Тренажерный зал, бильярдная	0,2	80 м <sup>3</sup>
Постирочная	0,5	5
Ванная, душевая, уборная, совмещенный санузел	0,5	25 м <sup>3</sup> на 1 прибор
Кухня:		
— с электроплитой	0,5	60 м <sup>3</sup>
— с газоиспользующим оборудованием	0,5	1,0+100 м <sup>3</sup>
Помещение теплогенератора (вне кухни)	0,5	3,0

Таблица 24 – Ориентировочные скорости движения воздуха в системах естественной вентиляции

Элементы вентиляционной системы	Скорость, $v$ , м/с
Вертикальные каналы (1-й –3-й этаж)	0,8 – 0,9
Вентиляционные решетки	0,5 – 1,0

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

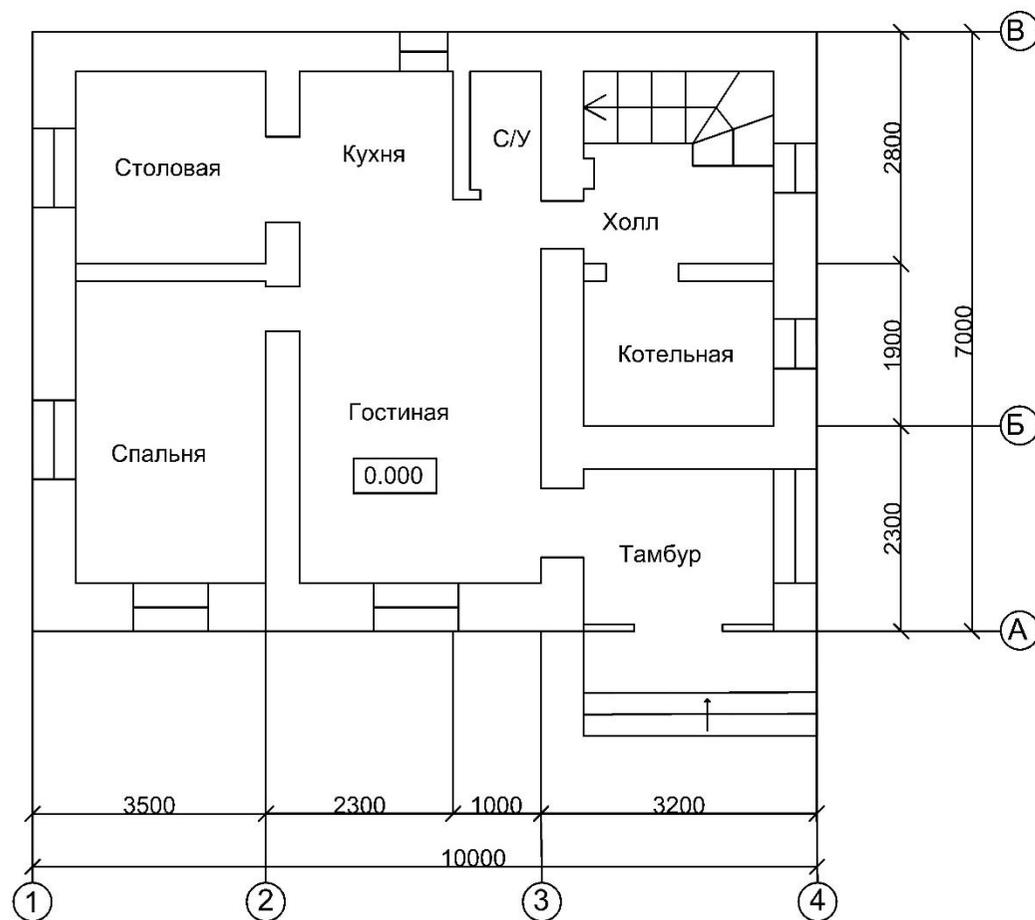
1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. – Введ. 2013-01-01. – М.:Изд-во стандартов, 2012 – 113с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.2003. – Введ. 2013-07-01. – М.:Изд-во стандартов, 2012 – 100с.
3. СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004-06-01. – М.:Госстрой России, 2005. –132с.
4. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.– Введ.2017-06-17.–М.:Изд-во стандартов, 2017–67с.
5. СП 55.13330.2016.Дома жилые многоквартирные. Правила проектирования. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001.–Введ.2017-04-21.М.:Минстрой России,2016.–34с.
6. СП 31-106-2002. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов. – Введ. 2002-09-01 – М.: Госстрой России, 2004 – 30 с.
7. ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила оформления рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 2017-07-01 – М.: Стандартиформ, 2016 – 31 с.
8. ГОСТ 30494—2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартиформ, 2013. – 12 с.
9. ГОСТ 21.205-93 Система проектной документации для строительства. Условные обозначения графических элементов санитарно-технических систем. – Введ. 1994-07-01. – М.:Госстрой России, 1993. – 14 с.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1.Отопление/под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.–М.:Стройиздат,1990.– 344с.
11. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1980. – 296с.
12. Штокман Е. А. Основы отопления и вентиляции: Учебно-практическое пособие – Ростов н/Д.: Феникс, 2011. – 345 с.
13. А.Н.Сканави, Л.М.Махов. Отопление: Учебник для вузов. – М.: – Издательство АСВ, 2002. – 576 с.

14. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 / В.Н. Богословский [и др.] / под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. –319 с. (Справочник проектировщика).

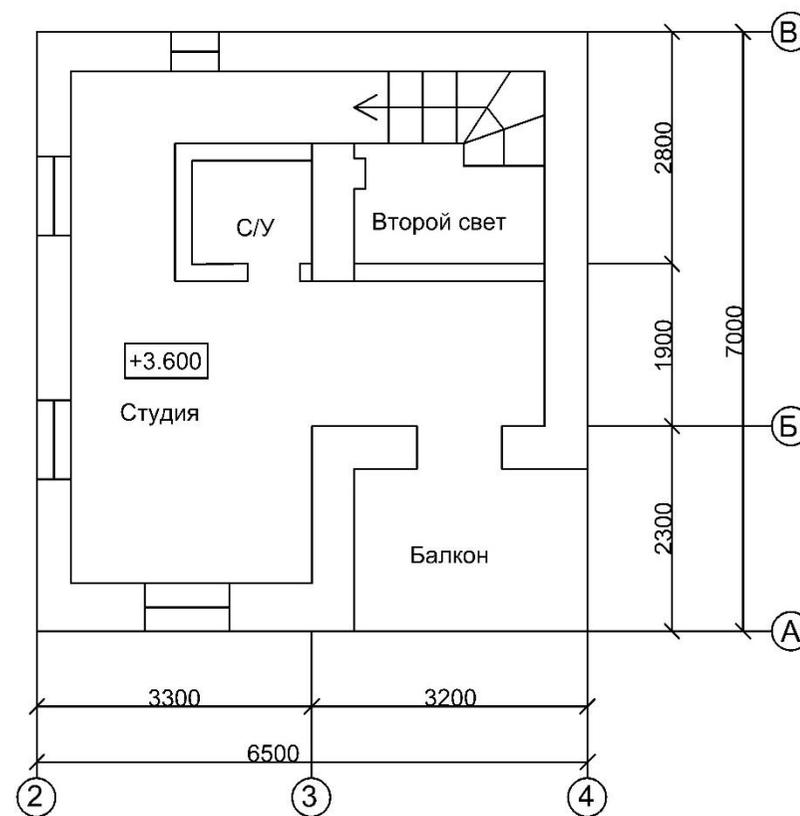
15. Стандарт АВОК 2.1 – 2017. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. Введ. 2004-06-01. М.: АВОК-ПРЕСС, 2017. – 16 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

План первого этажа



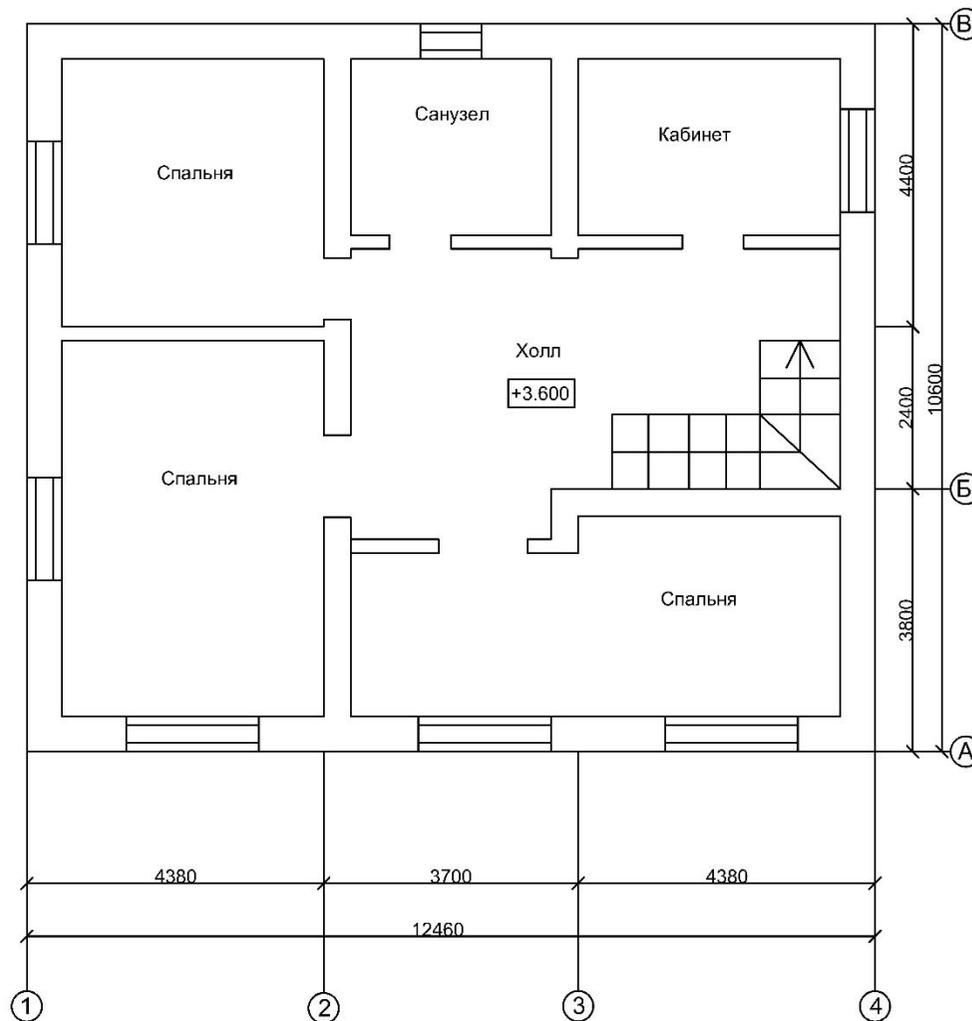
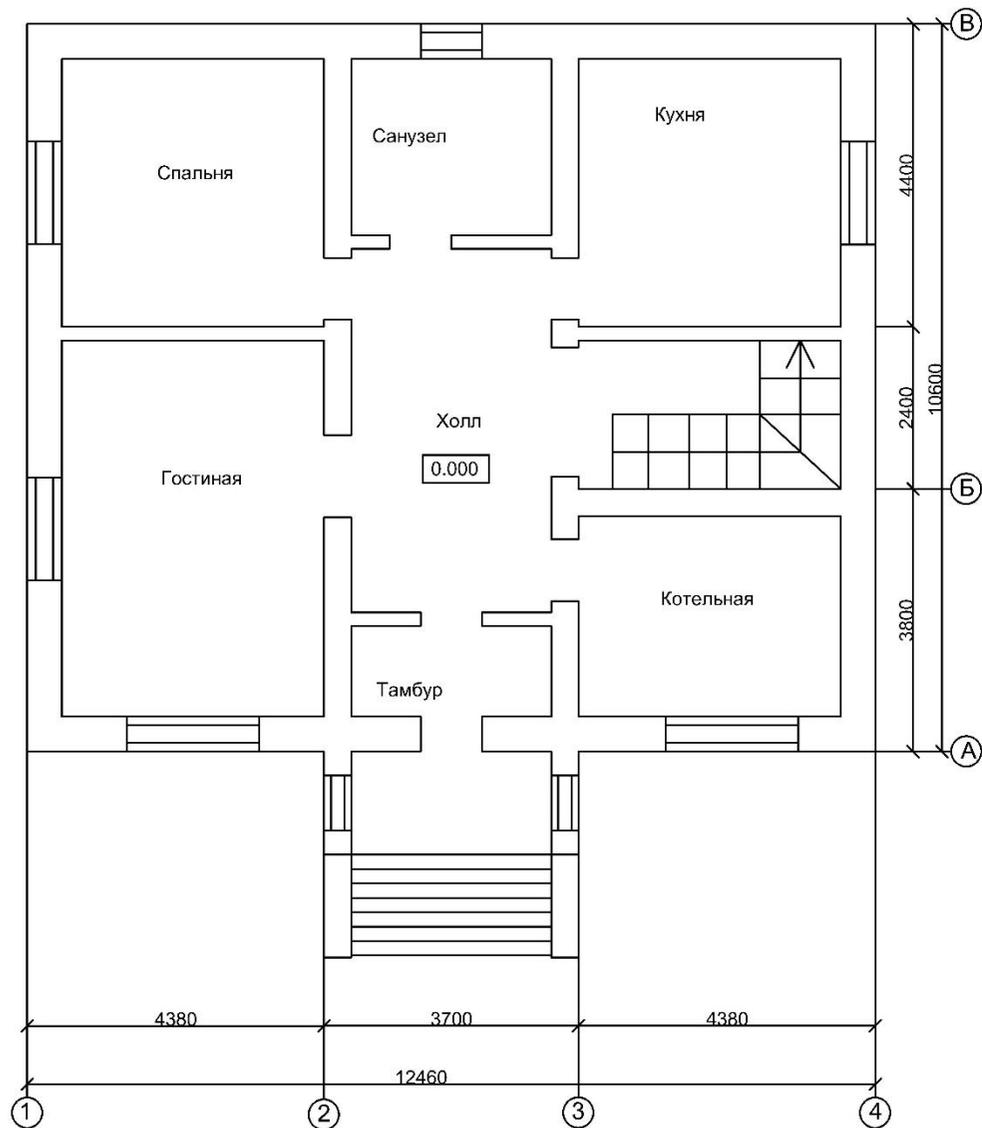
План второго этажа



Вариант 1

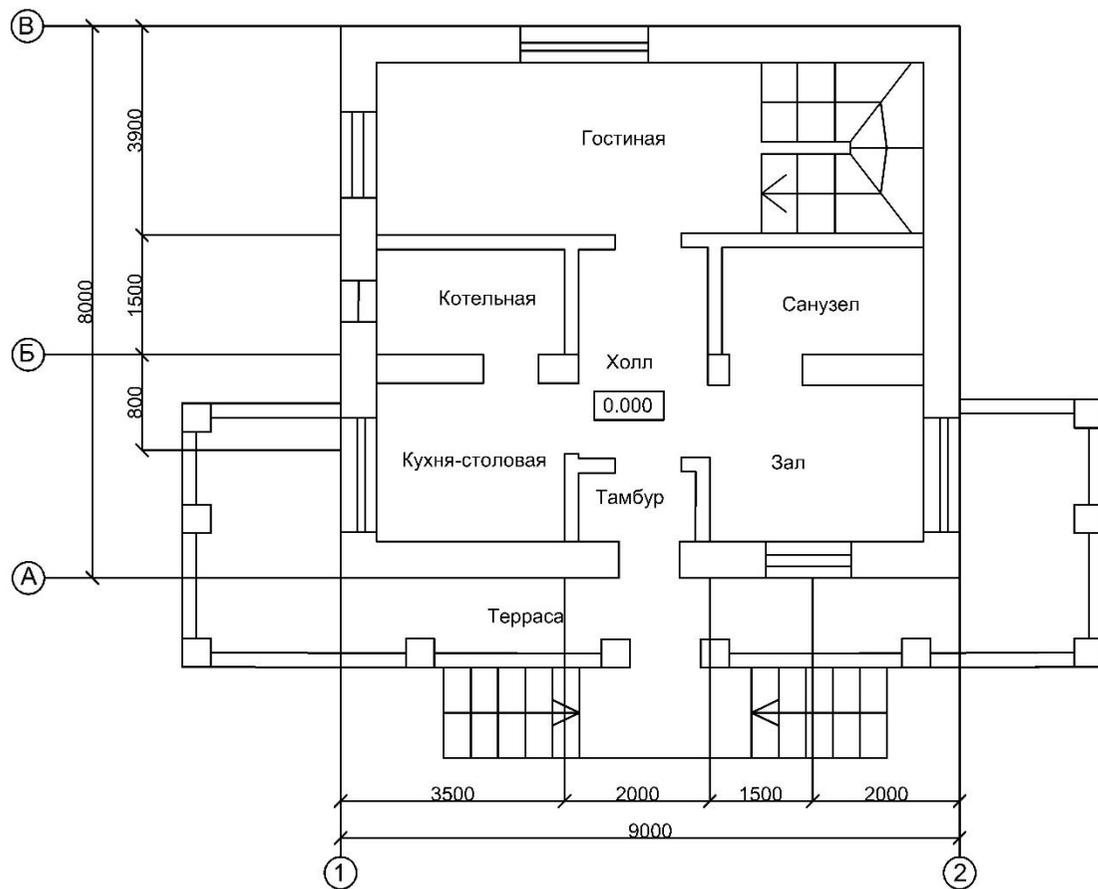
План первого этажа

План второго этажа

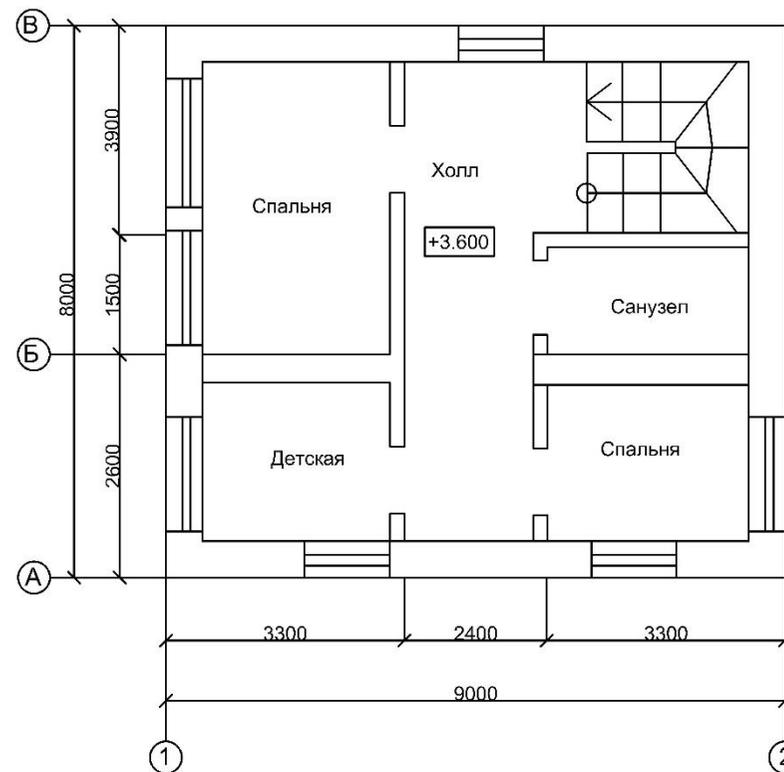


Вариант 2

План первого этажа

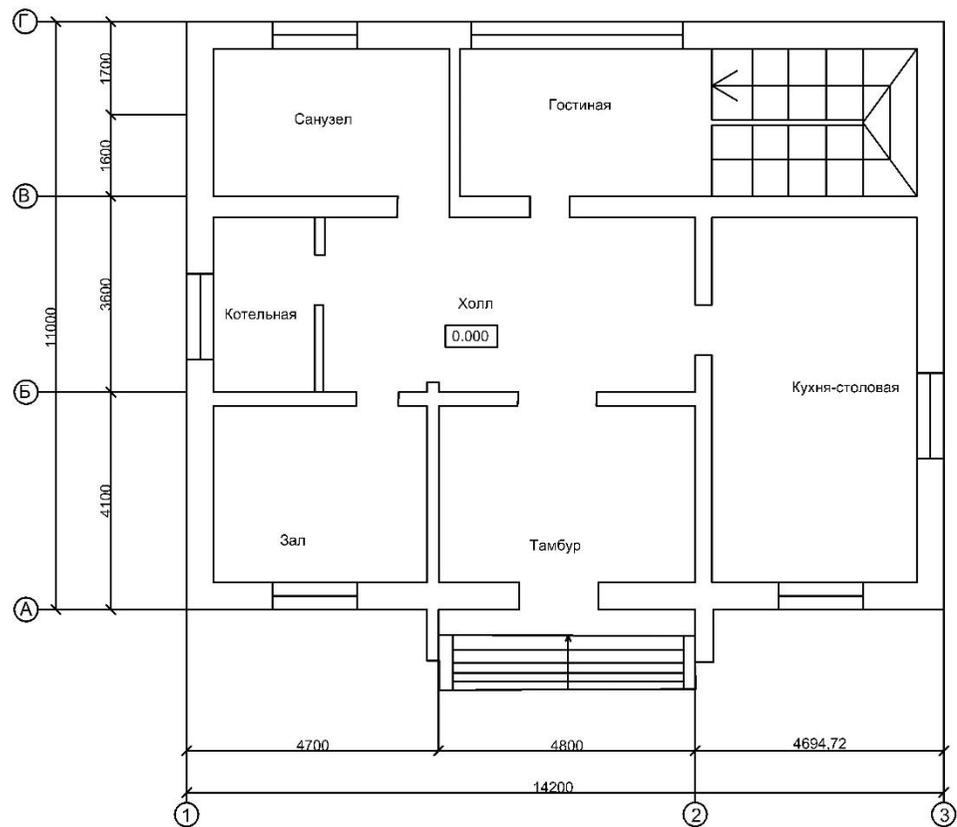


План второго этажа

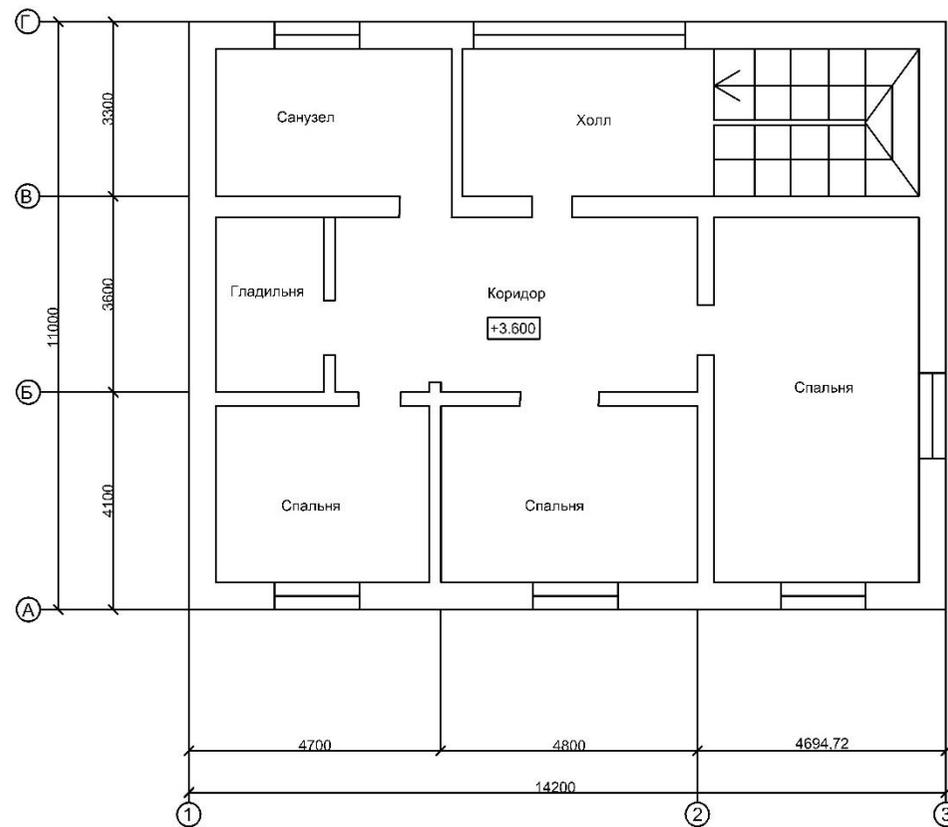


Вариант 3

План первого этажа



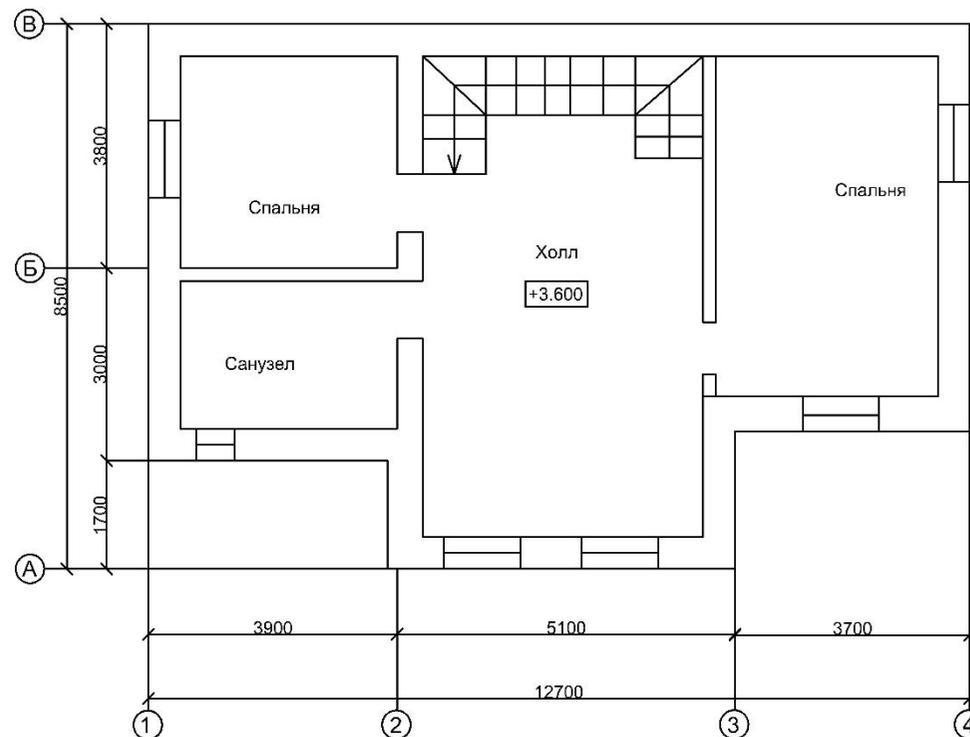
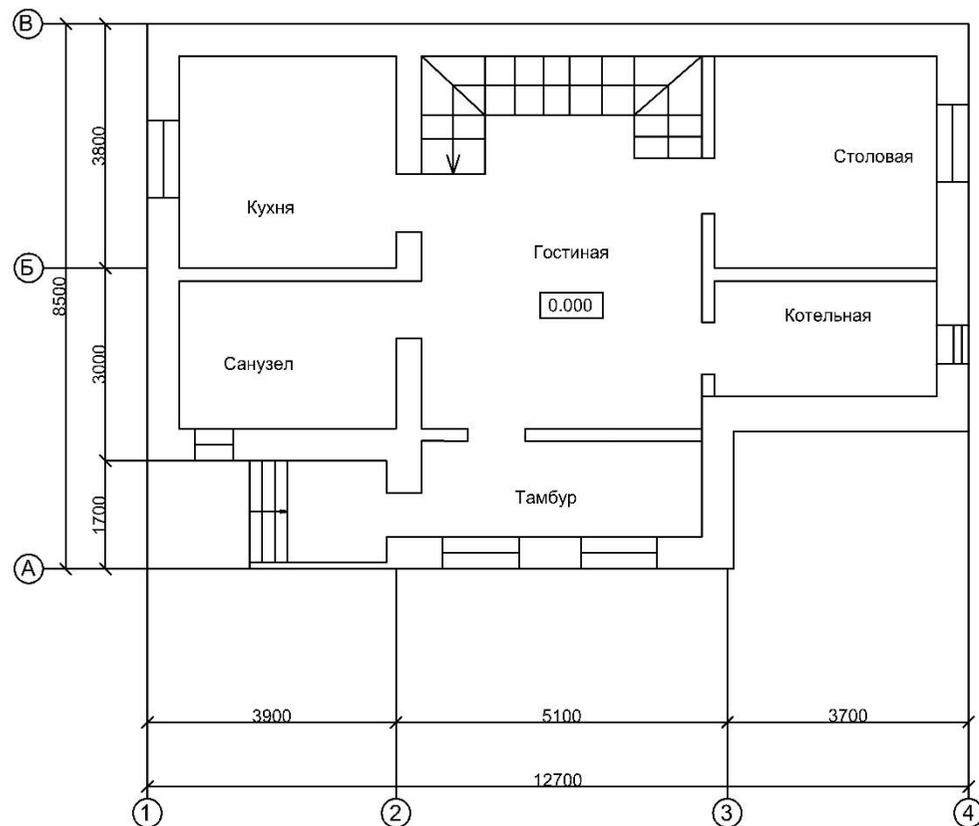
План второго этажа



Вариант 4

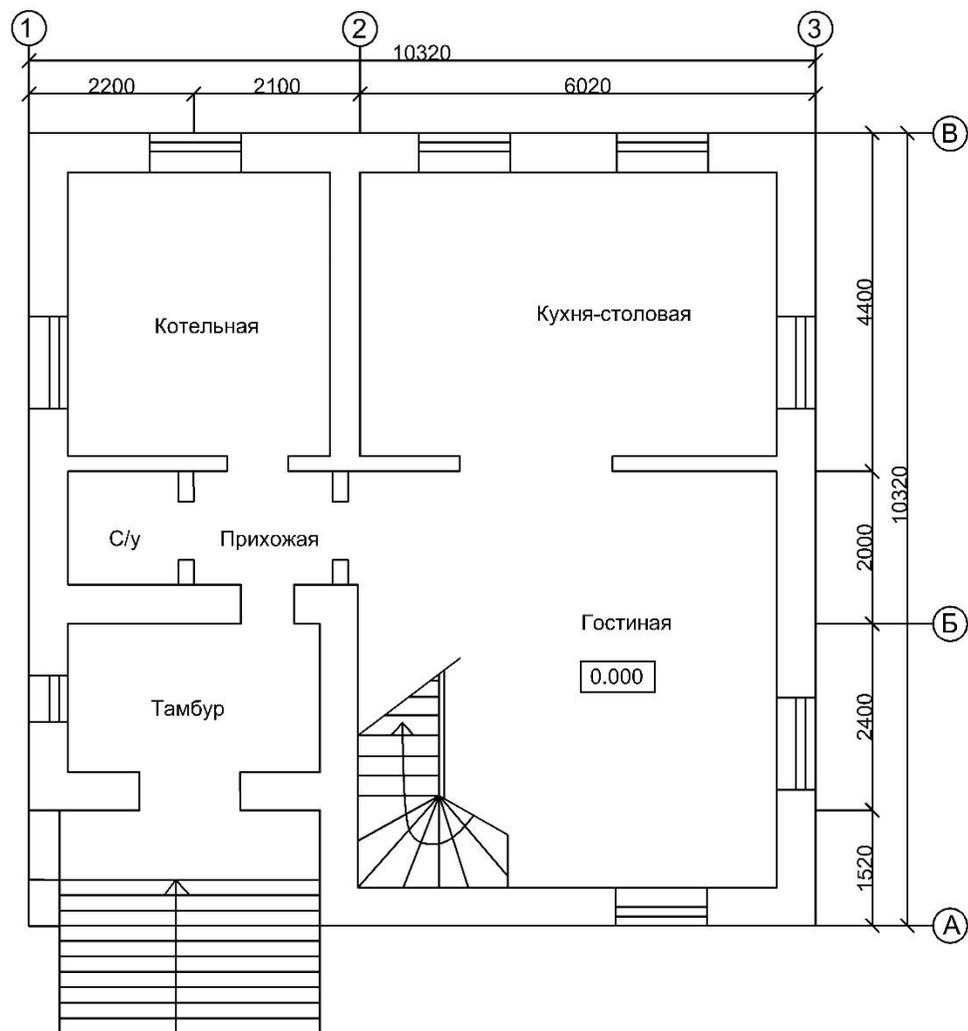
План первого этажа

План второго этажа

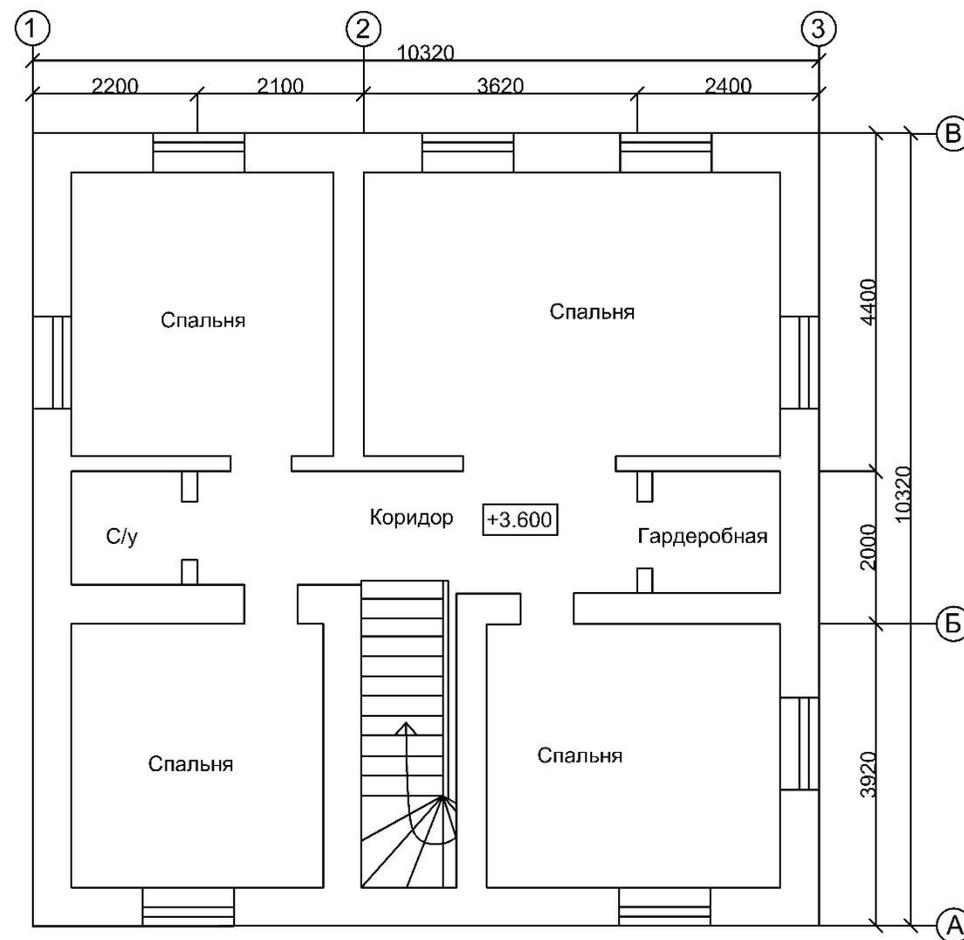


Вариант 5

План первого этажа

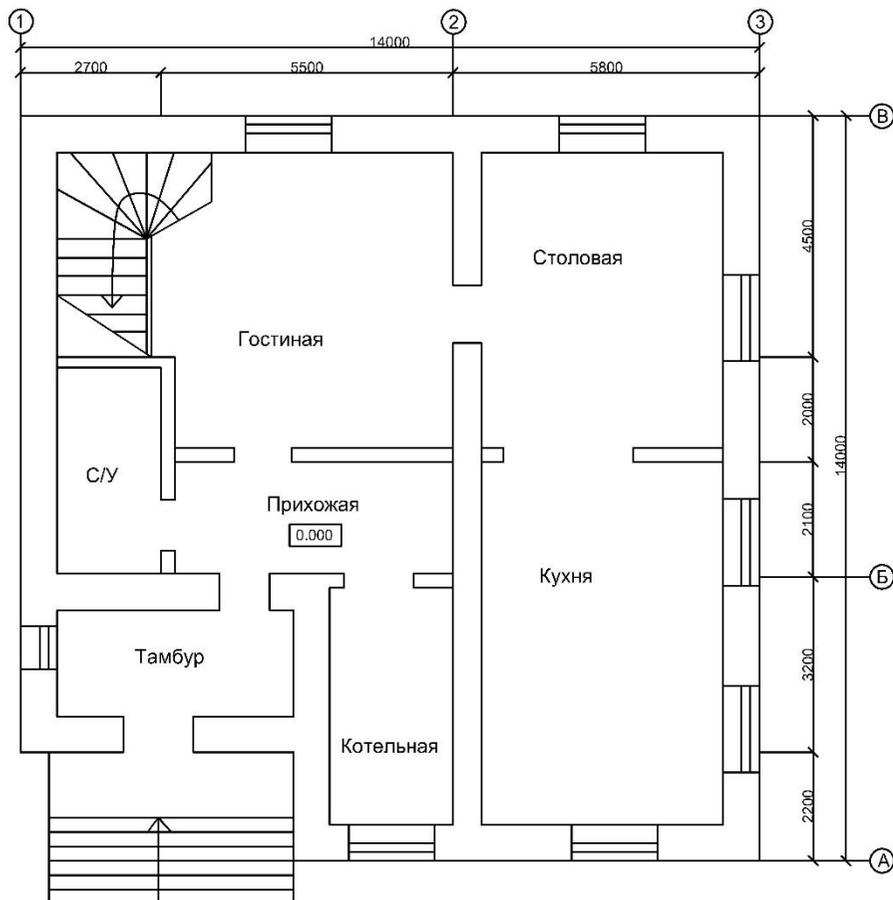


План второго этажа

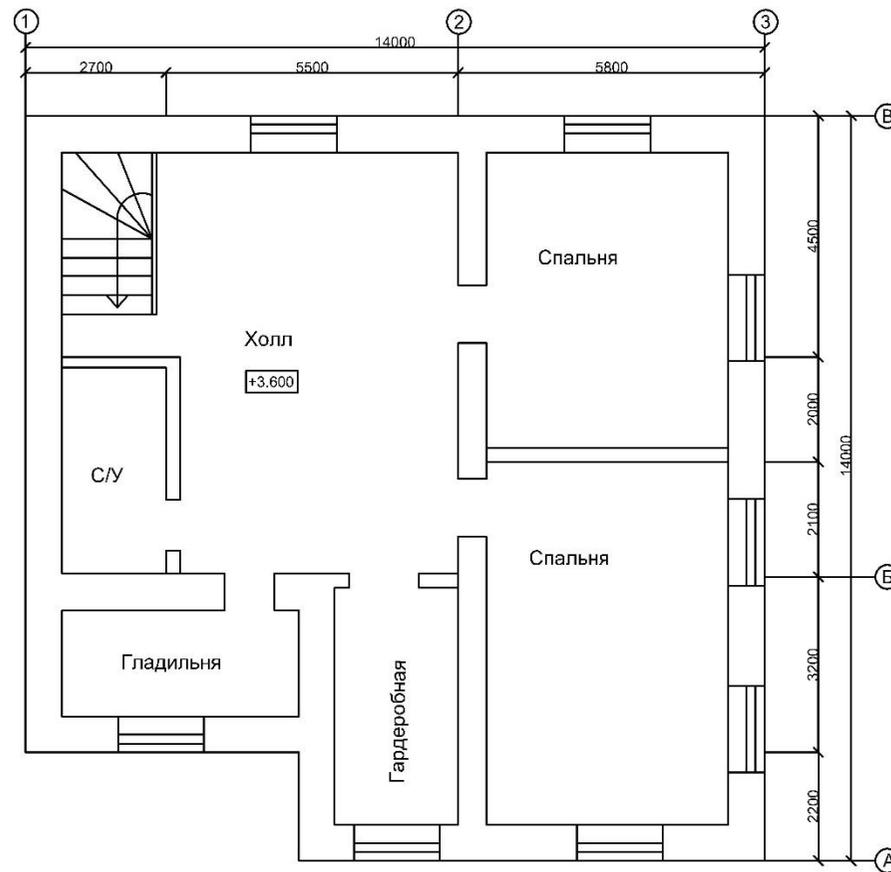


Вариант 6

План первого этажа

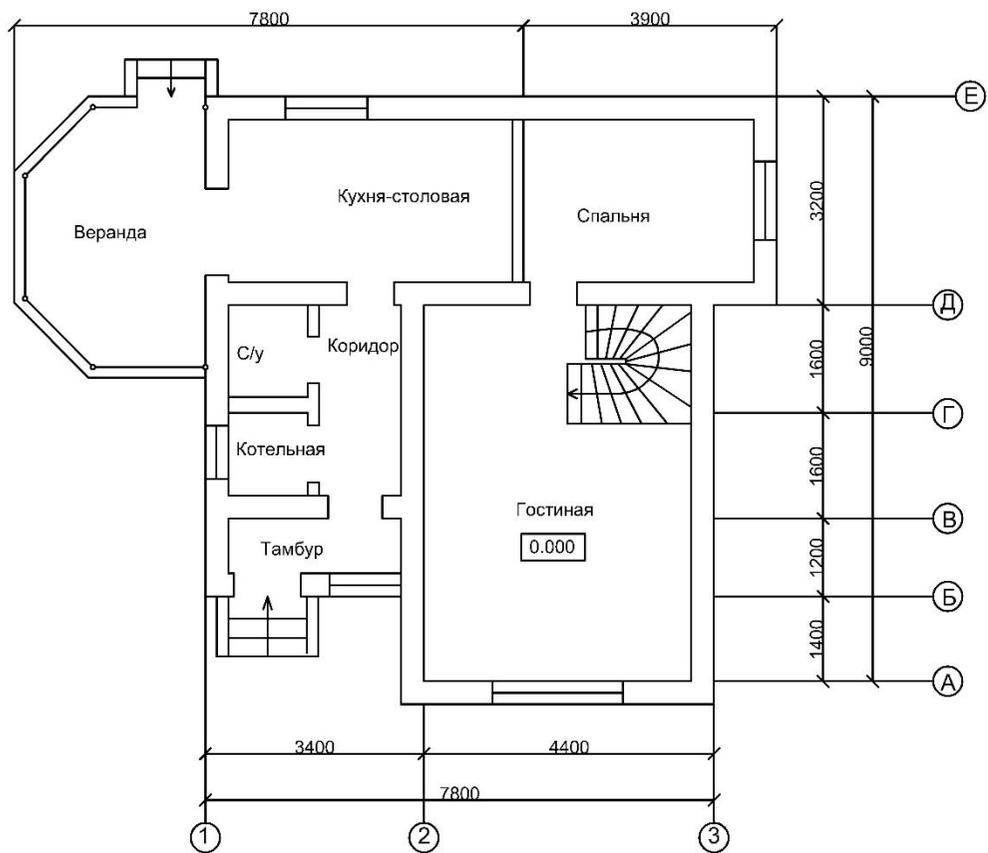


План второго этажа

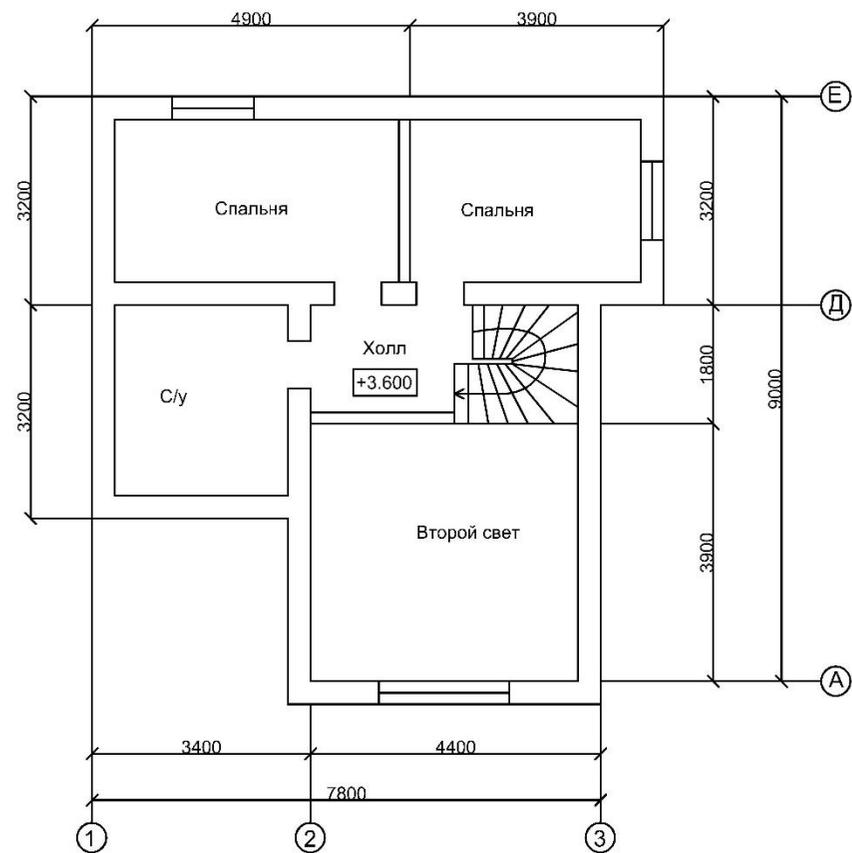


Вариант 7

План первого этажа

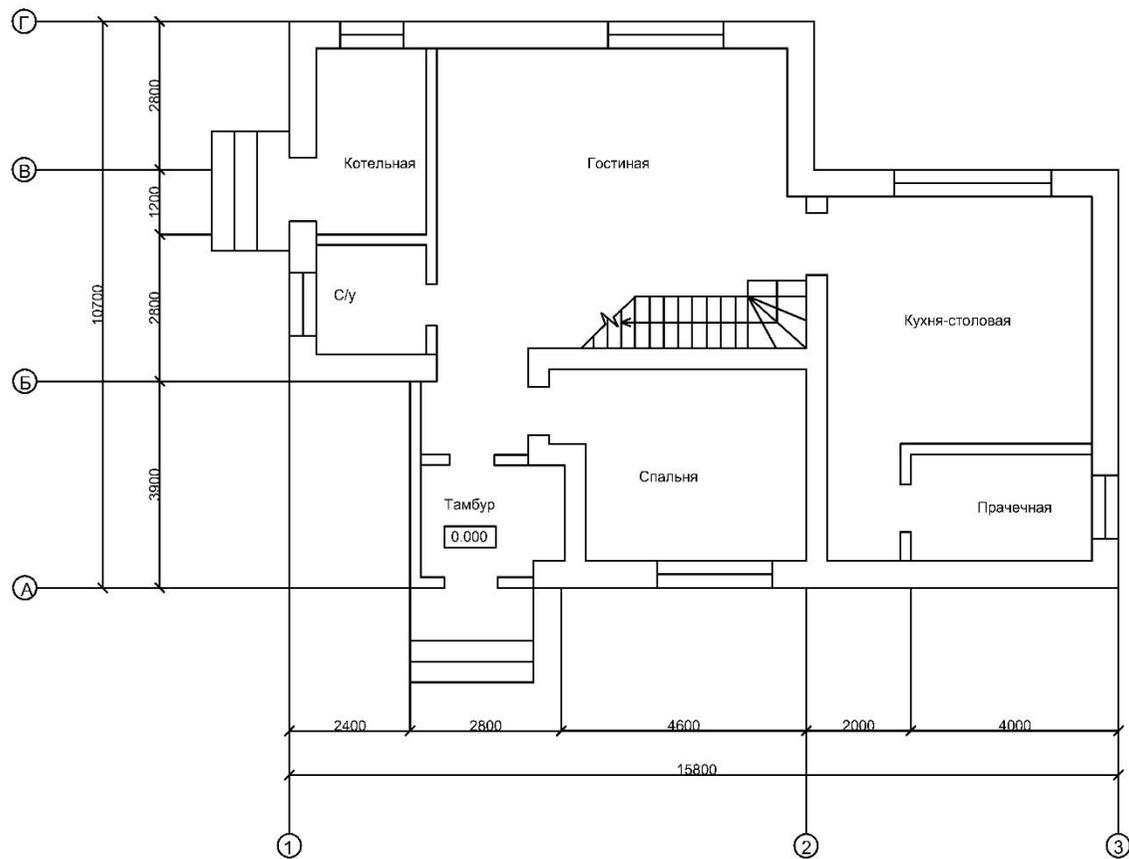


План второго этажа

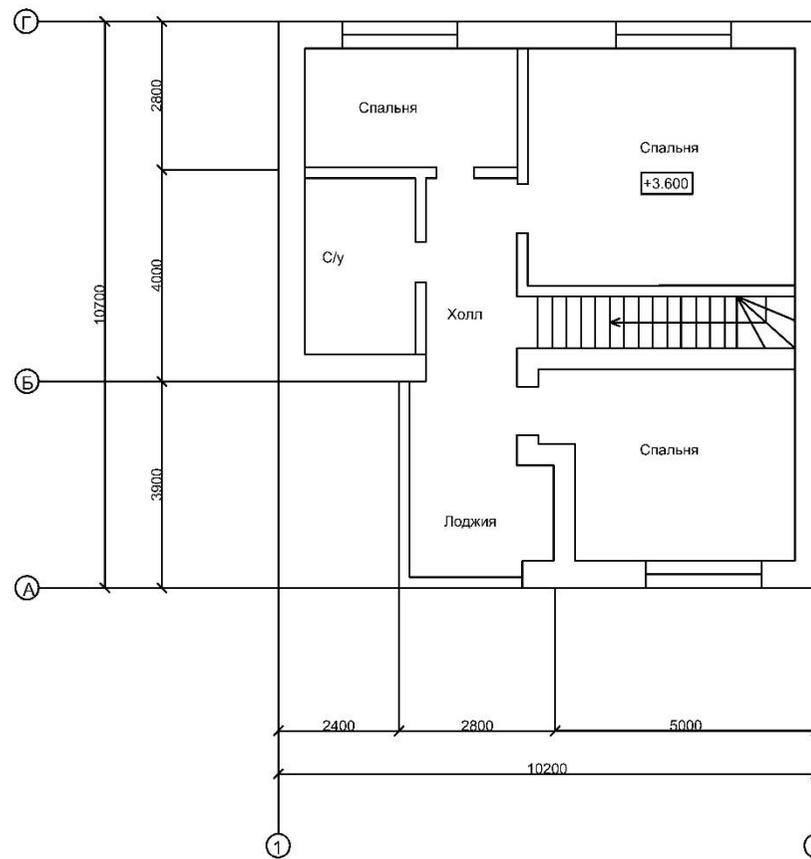


Вариант 8

План первого этажа

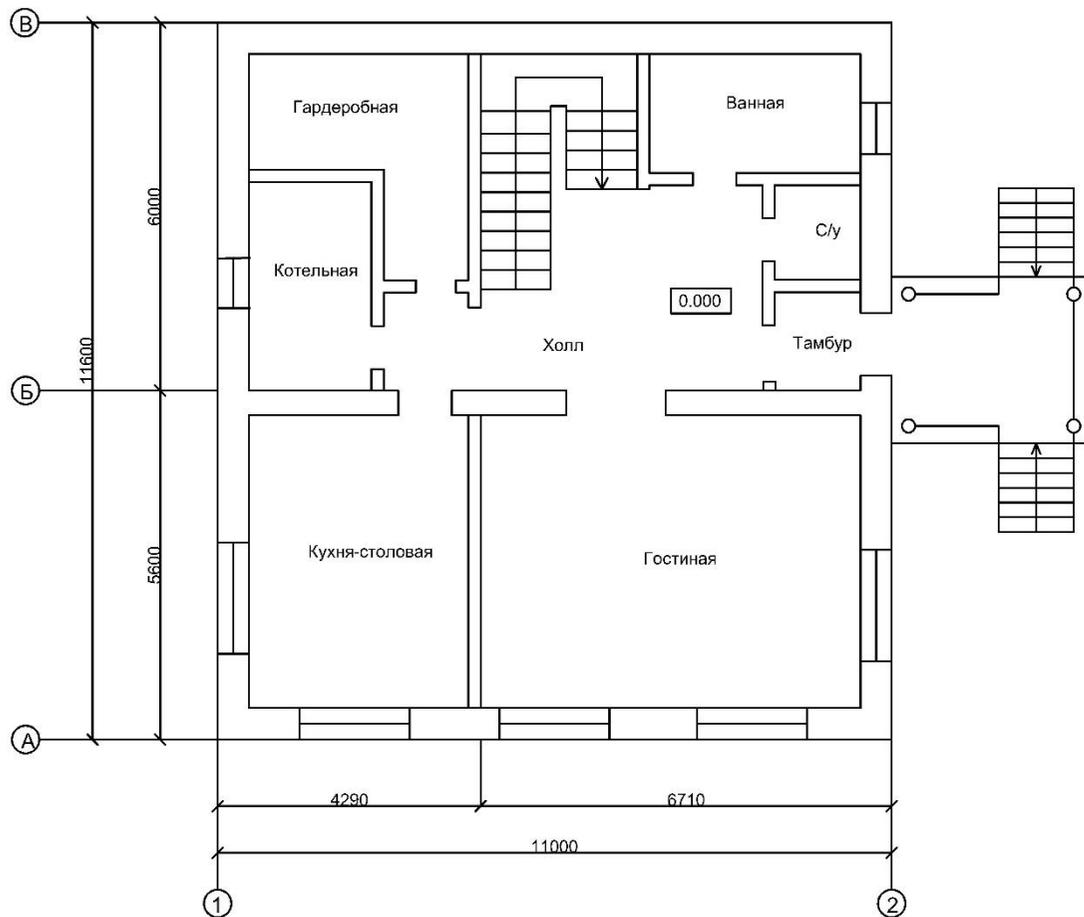


План второго этажа

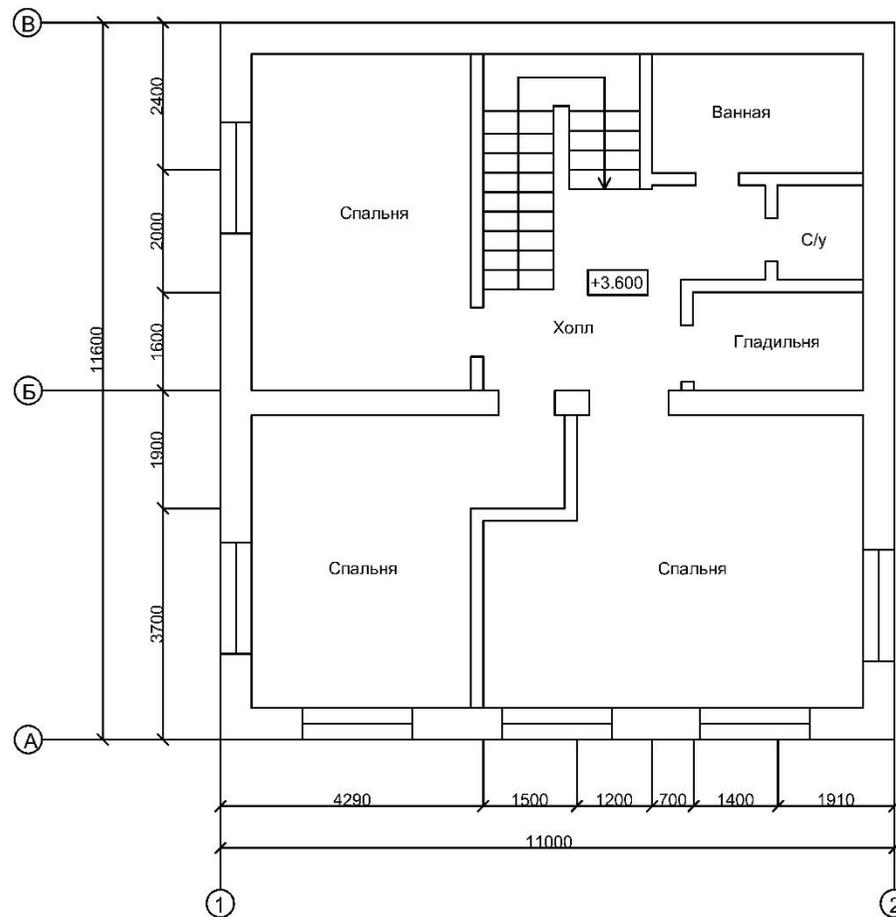


Вариант 9

План первого этажа



План второго этажа



Вариант 0

### ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Форма таблицы для расчета потерь теплоты

№ помещения, назначение	Наружные ограждения						Добавки		$(1+\Sigma\beta)$	$Q_{от}$ Вт	$Q_{и}$ Вт	$Q_{быт}$ Вт	$Q_{пл}=\Sigma Q_{от}+Q_{и}-Q_{быт}$ Вт	Количество секций радиатора
	наименование	ориентация	а, м	в, h, м	A, м <sup>2</sup>	K, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	На стороны света	Прочее						
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>

Таблица Б.2 – Форма таблицы гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления

№ участка	$Q$ , Вт	$G$ , кг/ч	$d$ , мм	$l$ , м	$R$ , Па/м	$R_l$ , Па	$w$ , м/с	$P_{дл}$ , Па	$\Sigma\xi$	$Z$ , Па	$R_l+Z$ , Па	Коэффициенты местных сопротивлений
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Таблица Б.3 – Форма таблицы спецификации оборудования

Позиция	Обозначение	Наименование и ТХ	Количество

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

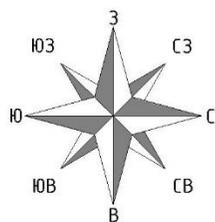
Таблица В.1 – Подбор вентиляционных решеток

HxL	F <sub>a</sub> , м <sup>2</sup>
100x150 / 150x100	0,01
100x200 / 200x100	0,014
100x250 / 250x100	0,018
100x300 / 300x100	0,023
100x400 / 400x100	0,03
100x500 / 500x100	0,04
150x150 / 150x150	0,017
150x200 / 200x150	0,023
150x250 / 250x150	0,03
150x300 / 300x150	0,036
150x400 / 400x150	0,05
150x500 / 500x150	0,06
200x200 / 200x200	0,03
200x250 / 250x200	0,04
200x300 / 300x200	0,05
200x400 / 400x200	0,07
200x500 / 500x200	0,09

Таблица В.2 – Подбор вентиляционных каналов

Скорость м/с	140x140	140x270
0,8	60 м <sup>3</sup> /ч 0,021 м <sup>2</sup>	115 м <sup>3</sup> /ч 0,04 м <sup>2</sup>
0,9	75 м <sup>3</sup> /ч 0,023 м <sup>2</sup>	130 м <sup>3</sup> /ч 0,04 м <sup>2</sup>

### ПРИЛОЖЕНИЕ Г



План первого этажа на отм. +0,000 (М 1:100)

План второго этажа на отм. +3,600 (М 1:100)

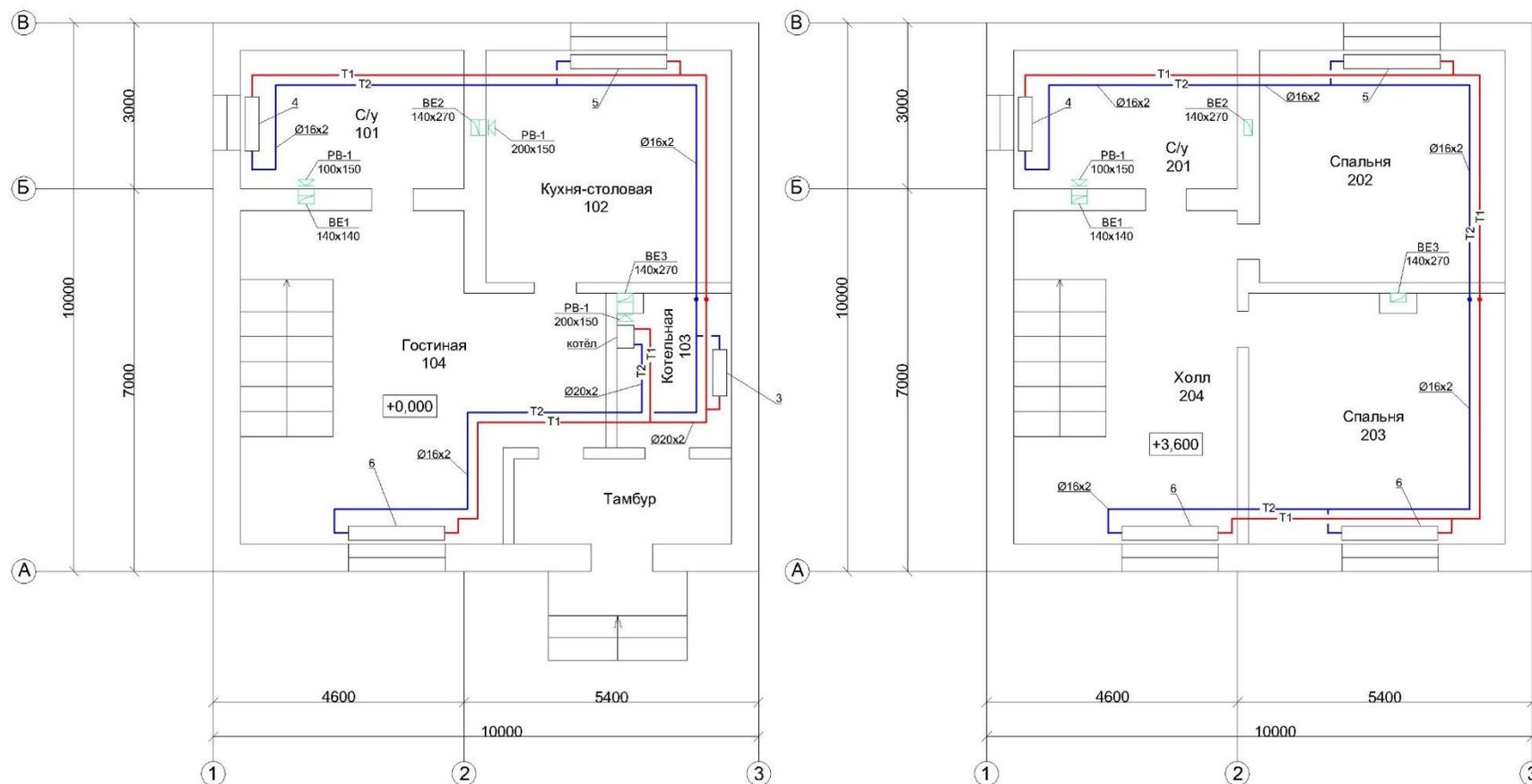


Рис. Г.1 – Планы этажей с нанесением систем отопления и вентиляции

### Система отопления

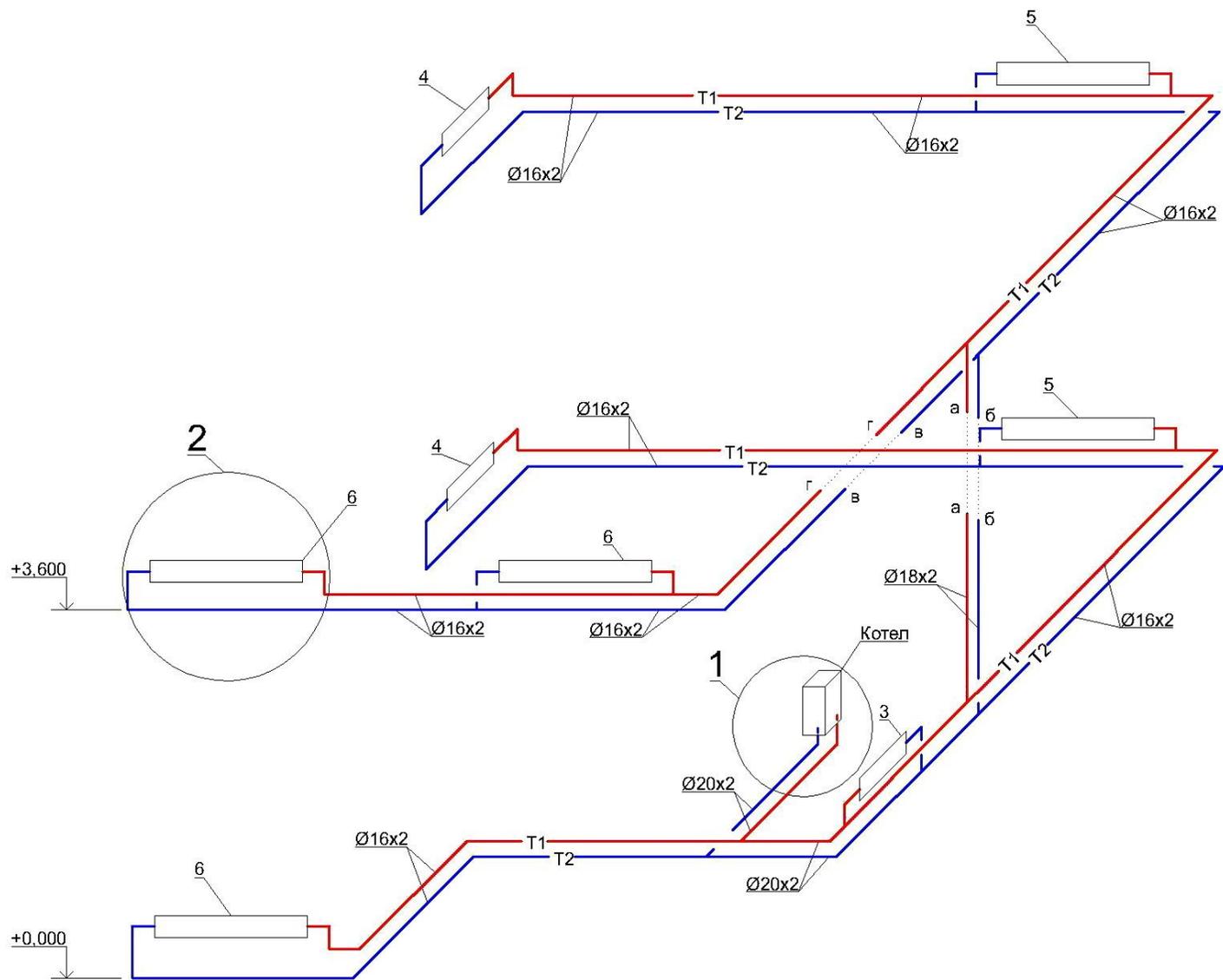


Рис. Г.2 – Система отопления

Таблица Г.1 – Спецификация оборудования

Спецификация оборудования				
Позиция	Обозначение	Наименование и ТХ	Ед. изм.	Кол-во
1	2	3	4	5
1.	Savitr Control Plus	Котел электрический настенный: N=18кВт; $t_{\max} = 92 \pm 3$ ; (G 1 1/2")	шт.	1
2.	WCP 25-40G (G1)	Циркуляционный насос: $p=4\text{м}$ ; $G=1,0 \frac{\text{м}^3}{\text{к}2}$	шт.	1
3.	WWQ RB8V	Расширительный мембранный бак: V=8л	шт.	1
4.	RTD-N/RA 2994	Термостатический угловой клапан Ø20	шт.	1
5.		То же Ø15	шт.	7
6.	UNI ISO 7/1	Кран шаровой Ø20	шт.	14
7.		То же Ø15	шт.	20
8.	FVR	Фильтр сетчатый Ø20	шт.	1
9.	R.400	Радиаторный ручной воздушный клапан	шт.	8
10.	Alum 350	Алюминиевый секционный радиатор	шт.	8

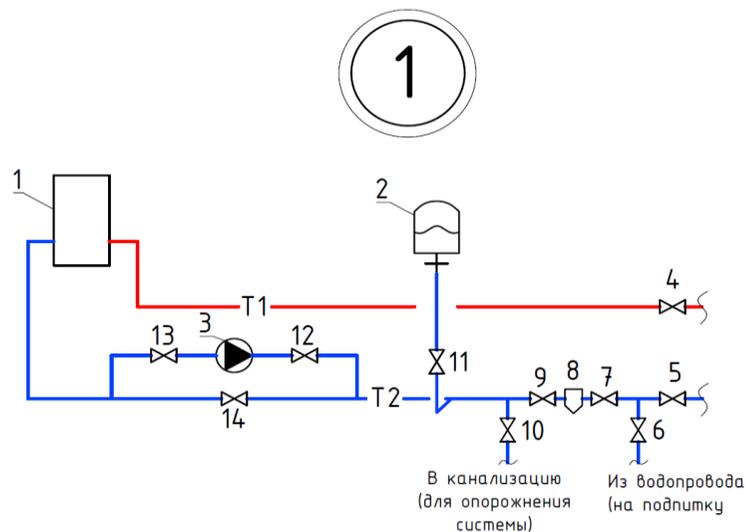


Рис. Г.3 – Узел управления

- 1 – настенный электрический котел с боковым двухсторонним подключением;
- 2 – мембранный расширительный бак;
- 3 – циркуляционный насос;
- 4,5 – шаровые краны для возможности отключения системы отопления;
- 6 – шаровой кран на подпиточной линии;
- 7,9 – шаровые краны для отключения грязевика и возможности его прочистки
- 8 – фильтр грубой очистки или грязевик (абонентский) для задержания тяжелых отложений. Устанавливается обязательно перед оборудованием и после подпиточной линии;
- 10 – шаровой кран для опорожнения системы;
- 11 – шаровой кран для отключения расширительного бака. Находится в положении закрыто только при заполнении системы теплоносителем, что объясняется принципом работы мембранного бака;
- 12, 13 – шаровые краны для отключения циркуляционного насоса;
- 14 – шаровой кран на основной линии тока

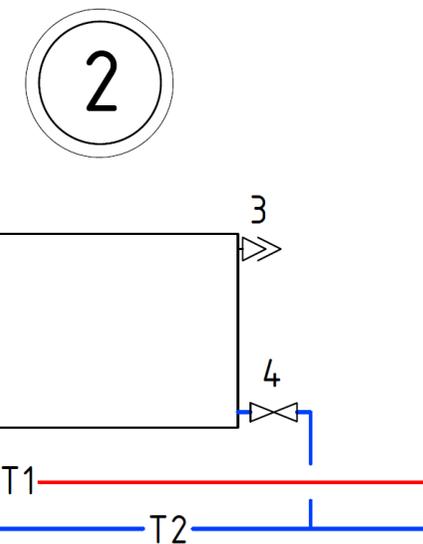


Рис. Г.4 – Узел присоединения отопительного прибора

- 1,4 – шаровые краны на подводках для возможности отключения радиатора;
- 2 – клапан регулирующий угловой (радиаторный терморегулятор RTD-N\*);
- 3 – радиаторный ручной/автоматический воздушный клапан (кран Маевского)