

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Новгородский Государственный Университет имени Ярослава Мудрого»

Политехнический институт

Кафедра строительного производства

**Инженерные системы и оборудование в архитектуре:
теплогазоснабжение и вентиляция**

Методические указания и задание к практическим занятиям для студентов
по направлению 270100.62 – «Архитектура»

Великий Новгород
2012г

УДК 697.07

Печатается по решению кафедры
СП и
РИСа НовГУ

Инженерные сети и оборудование зданий и сооружений: Метод. указ./ Сост.
Л.Н.Романовская: Нов. ГУ, В.Новгород, 2011. – с.

Методические указания содержат необходимые пояснения и справочные данные для выполнения учебного курсового проекта по отоплению и вентиляции жилого дома и предназначены для студентов специальности 290500 «Городское строительство и хозяйство» и 290300 «Промышленное и гражданское строительство».

Рецензент: В.П. Кудряшов, канд. техн. наук, доцент.

© Новгородский государственный
университет, 2011.

© Романовская Л.Н., составление, 2011.

ВВЕДЕНИЕ.

Расчетно-графическая работа предусматривает решение вопросов отопления и вентиляции 4-х этажного жилого дома (двухсекционное здание), имеющего чердак и подвал. Работа выполняется студентами специальностей ПГС, ГСХ, ДАС и архитекторами параллельно с изучением теоретического курса «Инженерное оборудование зданий и сооружений» по разделу «Отопление и вентиляция воздуха зданий». Выполненная работа должна состоять из графической части чертежи на листе ватмана стандартного формата и расчетно-пояснительной записки.

Графическая часть выполняется в карандаше. Правила выполнения рабочей документации содержатся в ГОСТ 21.602-2003.

На плане типового этажа здания в масштабе 1:100 показать стояки (Ст1, Ст2) подводки к отопительным приборам, отопительные приборы и вентиляционные каналы.

На плане подвала в масштабе 1:100 показать подающий и обратный трубопроводы на вводе в здание, стояки и обратный магистральный теплопровод.

На плане чердака в масштабе 1:100 показать главный стояк, расширительный бак, подающий магистральный теплопровод, воздухоотборники, стояки, сборные горизонтальные воздухопроводы и вытяжные шахты.

Вычертить в масштабе 1:100 аксонометрическую схему системы отопления.

Вычертить в масштабе 1:100 разрез здания с показом элементов вентиляции.

Вычертить в масштабе 1:500 план здания с показом ориентации здания.

Расчётная часть выполняется в соответствии с нижеследующими указаниями.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

Целью работы является закрепление теоретических знаний по курсу «Инженерные сети и оборудование зданий и сооружений», приобретение навыков проектирования систем отопления и вентиляции, использования справочно-нормативной литературы.

2. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ.

Расчётная часть оформляется в виде расчётно-пояснительной записки (объём 15-25 листов) и должна содержать обоснования принятых проектных решений. Записка состоит из следующих обязательных подразделов:

- исходные данные для проектирования;
- теплотехнический расчет наружных ограждений;
- расчет теплопотерь помещений и определение удельной отопительной характеристики здания;
- расчет отопительных приборов;
- гидравлический расчет трубопроводов системы отопления;
- технико-экономические показатели.

2.1. Выбор исходных данных

Исходные данные выбираются каждым студентом самостоятельно согласно таблице (прил. 1) в зависимости от номера его задания. В этом разделе должны быть указаны:

- район строительства здания;
- ориентации здания по сторонам света;
- расчетные температуры наружного воздуха:
- *средняя наиболее холодной пятидневки;*
- материал наружных стен;
- номер варианта плана типового этажа;
- расчетные температуры теплоносителя;
- тип нагревательных приборов;
- расчетное циркуляционное давление;
- продолжительность отопительного периода;
- средняя температура отопительного периода.

2.2. Теплотехнический расчет наружных ограждений

Задача расчета – выбрать конструктивное решение и определить толщину наружной стены, определить толщину утеплителей для перекрытия над подвалом и в чердачном перекрытии, при которых температура внутри помещений будет удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям для данного типа зданий.

Последовательность расчета каждого ограждения следующая:

1) Определяют приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, которое следует принимать не менее нормируемого значения R_{req} , $(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяемого по табл.4 (4) в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , $^\circ\text{C} \times \text{сут}$.

Градусо-сутки отопительного периода D_d , $^\circ\text{C} \times \text{сут}$, определяют по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (1)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{C}$, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по

поз.1 таблицы 4 (4) по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по табл.1 (7) ;

t_{ht}, z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °C, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по табл.1(5) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °C - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °C - в остальных случаях.

Значения R_{req} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = a D_d + b \quad (2)$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °C·сут, для конкретного пункта;

a, b- коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1, где для интервала до 6000 °C·сут.; a = 0,000075, b = 0,15; для интервала 6000-8000 °C·сут: a = 0,00005, b = 0,3; для интервала 8000 °C·сут и более: a = 0,000025, b = 0,5.

2) Определяют искомую толщину ограждения из условий равенства:

$$R_o = R_{req}, \quad (3)$$

где R_o - фактическое сопротивление теплопередаче однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями, которое определяется по формуле:

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (4)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²×°C), принимаемый по табл.7 (4);

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м²×°C), принимаемый по табл.8 (8);

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, (м²×°C)/Вт.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (5)$$

где R_{al} – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, принимаемое по табл.7 (8);

$R_1, R_2, \dots, R_n$ – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, (м²×°C)/Вт, определяемые по формуле:

$$R = \delta / \lambda, \quad (6)$$

где δ - толщина слоя в м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м×°С).

Для того, чтобы выбрать коэффициент теплопроводности, необходимо установить условия эксплуатации ограждающих конструкций А или Б, которые зависят от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства.

Расчетная температура воздуха внутри жилых зданий для холодного периода года должна быть не ниже минимальных значений оптимальных температур, приведенных в табл.1 (7). Расчетная относительная влажность воздуха внутри жилых помещений должна быть не выше значений, приведенных в графе 4 табл.1 (8).

В зависимости от расчетной относительной влажности и температуры внутреннего воздуха в соответствии с табл.1 (4) определяют влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный или мокрый).

Для города, указанного в задании, определяют по карте зону влажности (влажная, нормальная, сухая) согласно приложению В (4); при этом в случае попадания пункта на границу зон влажности следует выбирать более влажную зону.

На основании полученных данных устанавливаем согласно табл.2 (4) условия эксплуатации ограждающих конструкций (А или Б) и при этих условиях определяем расчетные коэффициенты теплопроводности по приложению Д (8).

Уравнение $R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + R_{al} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = R_{req}$ решаем относительно неизвестной толщины утеплителя δ . В качестве утеплителя рекомендуется применять эффективные полимерные, минераловатные и стекловолоконные материалы.

Толщину кирпичной кладки принимаем кратной 0,5 кирпича, но не менее 0,51м; бетонных блоков или панелей для стен – кратной 50мм, но не менее 0,3м; толщину теплоизоляционного материала из сыпучих материалов или легких бетонов – кратной 20мм, но не менее 0,08м.

3) Тип заполнения световых проемов (окон и балконных дверей) и их сопротивление теплопередаче определяем согласно табл.5 (8) с учетом требуемого сопротивления теплопередаче заполнения оконных проемов в табл.4 (4).

Приведенное сопротивление теплопередаче (R_o , м²×°С)/Вт, входных дверей лестничных клеток принимаем в размере $0,6R_{req}$, где R_{req} определяется по формуле:

$$R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{int}}, \quad (7)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в табл. 6 (4);

Δt_n - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 5 (4);

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 7 (4);

t_{ext} - 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 СНиП 23-01.

Если строительные конструкции наружных ограждений выполнены при выполнении условия $R_o > R_{req}$, то выпадение влаги из окружающего воздуха на их внутренних поверхностях не будет и проверка на конденсацию водяных паров не требуется.

2.3. Определение расхода тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода

Методика определения количества тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода разработана с учетом (8 и 4), а также Руководства АВОК-8-2007 с целью упрощения расчетов.

Количество тепловой энергии, требуемой для отопления и вентиляции жилых зданий за отопительный период, Q_h^y , кВт·ч, определяют по формуле:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{inf} + Q_s) \nu \xi] \beta_h \text{ или} \\ Q_h^y = [Q_{tr}^y + Q_{inf}^y - (Q_{int}^y + Q_s^y) \nu \xi] \beta_h, \quad (8)$$

где Q_h - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, кВт·ч, определяются в соответствии с формулой (8);

Q_{tr}^y - теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период, кВт·ч; определяют по формуле (9);

Q_{inf}^y - теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом инфильтрации за отопительный период, кВт·ч; определяют по формуле (11);

Q_{int}^y - бытовые теплопоступления в квартирах и помещениях общественного назначения за отопительный период, кВт·ч; определяют по формуле (13);

Q_s^y - теплопоступления через наружные светопрозрачные ограждающие конструкции от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам за отопительный период, кВт·ч; определяют по формуле (14);

ν - коэффициент, учитывающий снижение использования теплопоступлений в периоды превышения их над теплопотерями помещений; для зданий с улучшенной теплозащитой $\nu = 0,8$;

ζ - коэффициент эффективности систем автоматического регулирования подачи теплоты на отопление; рекомендуемые значения: в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе (центральное регулирование температуры теплоносителя в ЦТП или котельной в зависимости от температуры наружного воздуха) $\zeta = 0,5$;

β_h - коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системой отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, с их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждающих конструкций, с теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения; рекомендуемые значения: для зданий с отапливаемыми подвалами $\beta_h = 1,07$.

Теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции за отопительный период Q_{tr}^y , кВт·ч, определяют по формуле:

$$Q_{tr}^y = 0,024 D_d \sum_i \frac{1}{R_i} A_i n, \quad (9)$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут; определяют по формуле (1).

R_i - приведенное сопротивление теплопередаче, м²°С/Вт, стен, окон, перекрытий верхнего этажа, цокольных перекрытий, наружных дверей и ворот; принимают по расчетам по фактической конструкции;

A_i - площадь, м², i -й стены, окна, перекрытия верхнего этажа, цокольного перекрытия, наружной двери;

n - поправочный коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху приведен в табл.6 (4). Для ограждающих конструкций, отделяющих расчетное помещение от помещений с температурой внутреннего воздуха $t_{int.c}$, °С, выше температуры наружного воздуха t_{ext} , но ниже температуры внутреннего воздуха основных помещений t_{int} на 3°С и более (например, «теплых» чердаков, техподполий, подземных или пристроенных автостоянок), рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{t_{int} - t_{int.c}}{t_{int} - t_{ext}} \quad (10)$$

В проектируемых зданиях площади наружных ограждающих конструкций определяют по п.5.4 (8) .

Теплопотери здания за счет вентиляционного воздухообмена с учетом

инфильтрации Q_{inf}^y , кВт·ч, определяют по формуле:

$$Q_{inf}^y = 6,7 \cdot 10^{-3} L_v K_v c_v \rho_a^{ht} D_d \quad (11)$$

где L_v - воздухообмен в квартирах здания, м³/ч; определяют для жилых зданий в зависимости от средней по зданию заселенности квартир. При заселенности менее 20 м² общей площади на человека рекомендуют принимать 3 м³/ч на м² площади жилых комнат: $L_v = 3A_r$ (где A_r - площадь жилых комнат в квартирах здания, м²);

K_v - коэффициент, учитывающий дополнительную инфильтрацию воздуха через входные вестибюли и лестнично-лифтовой узел, а также инфильтрацию, превышающую нормативный воздухообмен в квартирах при низкой герметичности окон (сопротивление воздухопроницанию менее 0,9 м²·ч/кг при $\Delta P = 10$ Па). Рекомендуют принимать для жилых зданий: с лестничной клеткой по типу Н2 (внутренняя с окнами) $K_v = 1,05$;

c_v - удельная массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С); $c = 1$ кДж/(кг·°С);

ρ_a^{ht} - средняя плотность инфильтрующегося воздуха за отопительный период, кг/м³:

$$\rho_a^{ht} = \frac{353}{273 + 0,5(t_{int} + t_{ht})} \quad (12)$$

Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int}^y , кВт·ч, определяют по формуле:

$$Q_{int}^y = 0,024 q_{int} z_{ht} A_r, \quad (13)$$

где q_{int} - удельная величина бытовых теплопоступлений, Вт/м; следует принимать в жилых зданиях в зависимости от заселенности здания. Муниципальные здания с заселенностью квартир до 20 м² общей площади на человека - 17 Вт/м², с пропорциональным понижением этой величины до 10 Вт/м² при заселенности в 45 м² общей площади на человека.

z_{ht} - тоже, что в формуле (1);

A_r - площадь жилых комнат, м².

Теплопоступления через окна от солнечной радиации с учетом ориентации фасадов по восьми румбам Q_s^y , кВт·ч, определяют по формуле:

$$Q_s^y = \tau_F k_F \sum_{k=1}^8 A_{F.k6} I_k, \quad (14)$$

где τ_F - коэффициент, учитывающий затенение светового проема непрозрачными элементами заполнения; принимают по таблице Л.1 (8);

k_f - коэффициент относительного проникания солнечной радиации через светопропускающее заполнение окон; принимают по таблице Л.1 (8);

$A_{F.k6}$ - площадь поверхности светопроемов квартир k -й ориентации (светопроемы лестнично-лифтового узла исключаются), m^2 ;

I_k - средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальную поверхность светопроемов k -й ориентации при действительных условиях облачности, $кВт \cdot ч / м^2$; принимают по табл.1.

Средняя интенсивность суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности при действительных условиях облачности без учета отраженной радиации, $кВт \cdot ч / м^2$, определяется по прилож. В,Г (8), или условно по табл.1.

Таблица 1.

Месяц	Горизонтальная поверхность	Вертикальные поверхности с ориентацией на				
		С	СВ/СЗ	В/З	ЮВ/ЮЗ	Ю
Х	82	24	30	45	61	67
Х	40	13	14	22	35	41
Х	18	7	7	10	18	23
Х	11	5	5	6	11	13
І	19	8	8	11	20	25
ІІ	38	14	14	22	38	46
ІІІ	78	28	28	45	63	71
ІV	113	37	42	59	73	76
За отопительный период	322	112	119	176	260	299

Правила обмера площади наружных ограждений изложены в п.5.4 (8). Для проведения обмера необходимо вычертить на ватмане план первого этажа и разрез здания. Для организации техники расчета теплотерь и систематизации результатов их заносят в специальный банк, форма которого приведена ниже (табл.2).

Таблица 2.

№№ п/п	Назначение помещений	Наружные ограждения помещений			Площадь ограждения, м ²			Теплопотери, кВт·ч		Теплопоступления, кВт·ч		Q_h^y кВт·ч	Q_{co} , Вт
		Наименование	Ориентация	Размеры	A_i	A_r	$A_{F_{HE}}$	Q_{tr}^y	Q_{inf}^y	Q_{int}^y	Q_s^y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица заполняется следующим образом:

Графа 1. поэтажно пронумеровываются жилые комнаты и кухни: для первого этажа – 101,102 и т.д., для второго – 201,202 и т.д., начиная с левого верхнего помещения и далее по часовой стрелке. Лестничные клетки нумеруются заглавными буквами – А, Б и т.д.

Графа 2. Назначение помещений: **ЖК** – жилая комната, **К** – кухня, **ЛК** – лестничная клетка.

Графа 3. Наименование ограждений: **Нс** – наружная стена, **Пл** – пол, **Пт** – потолок, **ОО** – одинарное остекление, **ДО** – двойное остекление, **ТО** – тройное остекление.

Графа 4. Ориентация здания по сторонам света принимается согласно заданию.

Графа 5. Линейные размеры ограждающих конструкций определяются с точностью до 0,1м.

Графы 6,7,8. Площади ограждающих конструкций определяются с точностью до 0,1м².

Графы 9,10,11,12. Теплопотери и теплопоступления определяют в соответствии с приведенными выше формулами 9,11,13,14.

Графа 13. Количество тепловой энергии, необходимой для отопления и вентиляции за отопительный период, определяем путем суммирования чисел в графах 9,10,11,12.

Графа 14. Тепловую мощность системы отопления Q_{co} , Вт, определяют путем деления значений в графе 13 на $24 \times 10^3 \cdot z_{нт}$.

После определения количества тепловой энергии и тепловой мощности по отдельным помещениям (графы 13, 14), определяют количество тепловой энергии и тепловой мощности по всему зданию.

Удельное теплосодержание отоплением и вентиляцией здания за отопительный период q_h^y , кВт·ч/м², характеризующее категорию энергоэффективности здания, определяют по формуле (15) и сравнивают с показателями таблицы 9 (4):

$$q_h^y = \frac{Q_h^y}{A_h}, \quad (15)$$

где Q_h^y – то же, что в формуле (8);

A_h - площадь квартир без летних помещений, m^2

Если в результате расчета удельный расход тепловой энергии на отопление здания окажется меньше нормируемого значения, то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче R_{req} отдельных элементов ограждающих конструкций здания (светопрозрачных согласно примечанию 4 к таблице 4 (4)) по сравнению с нормируемым по таблице 4 (4), но не ниже минимальных величин R_{min} , определяемых по формуле 8(4) для стен групп зданий, указанных в поз.1 таблицы 4, и по формуле 9 (4) - для остальных ограждающих конструкций:

$$R_{min} = R_{req} 0,63, \quad (16)$$

$$R_{min} = R_{req} 0,8.$$

2.4. Тепловой расчет отопительных приборов.

Отопительные приборы являются основным элементом системы отопления и должны отвечать определенным теплотехническим, санитарно-гигиеническим, технико-экономическим, архитектурно-строительным и монтажным требованиям.

Перед дальнейшим расчетом размещаем на плане этажа отопительные приборы в соответствии со следующими требованиями:

- радиаторы размещаем у наружной стены, преимущественно под окнами;
- присоединение отопительных приборов к теплопроводу осуществляем по схеме «сверху-вниз»;
- радиаторы на лестничной клетке размещаем только на первом этаже при входе, за пределами тамбура.

В здании необходимо запроектировать однотрубную систему водяного отопления с верхней разводкой. Расчётные температуры теплоносителя в системе принять $105-70^{\circ}$ и $95-70^{\circ}C$. Падающую магистраль на чердаке прокладывать на высоте 30 см выше перекрытия и на расстоянии 1м от внутренней поверхности наружных стен, обратные магистрали – непосредственно у наружных стен неотапливаемого подвала на высоте 30 см ниже потолка.

Удаление воздуха из системы осуществляется автоматически действующими воздухоотводчиками (вантузами), устанавливаемыми на конечных участках горячей магистрали между предпоследними и последними стояками.

Однотрубные, открыто проложенные стояки, принимать как с односторонним, так и с двухсторонним присоединением приборов. В помещениях с двумя наружными стенами углы, образованные ими, предохранять от отсырения установкой в них стояков отопления. Подводкой

к радиаторам не пересекать межквартирные стены во избежание ухудшения звукоизоляции помещений.

Расчёт отопительных приборов сводится к определению поверхности нагрева в м² и количества секций радиаторов, присоединённых к одному, последнему стояку расчётного циркулярного кольца. Тепловая мощность радиаторов определяется количеством тепловой энергии, необходимой для отопления и вентиляции отапливаемых помещений. Тип отопительных приборов выбирается студентом из числа современных конструкций. Расчёт рекомендуется вести в следующей последовательности:

- 1) Вычертить в записке расчётную схему стояка с радиаторами.
- 2) По тепловой мощности всех подключенных приборов определить тепловую нагрузку стояка.
- 3) Найти весовое количество теплоносителя, поступающего в стояк, по формуле :

$$G_{ст} = \frac{3,6 \cdot Q_{ст}}{c \cdot (t_r - t_o)}, \quad (17)$$

где $G_{ст}$ – весовое количество воды, поступающей в стояк, кг/ч;

$Q_{ст}$ – тепловая нагрузка стояка, Вт;

c – теплоёмкость воды, кДж/кг⁰С ;

t_r – 95°С, 105°С ; t_o – 70°С .

- 4) Определить среднюю температуру воды в каждом приборе рассчитываемого стояка по формуле:

$$t_{пр} = t_r - \frac{3,6 \sum Q_i}{G_{ст} \cdot c} - \frac{3,6 \cdot Q_{пр}}{\alpha \cdot G_{ст} \cdot c^2}, \quad (18)$$

где $\sum Q_i$ – суммарная тепловая мощность радиаторов на выше расположенных этажах;

$Q_{пр}$ – тепловая мощность рассчитываемого прибора;

α – коэффициент затекания воды в приборы. Принимается равным 0,5 при двухстороннем подключении приборов, при одностороннем 1.

- 5) Выбрать по табл. 8.1 (1) для заданного прибора $q_{ном}$ –номинальную плотность теплового потока.

- 6) Определить температурный напор каждого прибора по формуле:

$$\Delta t_{ср} = t_{пр} - t_{в}, \quad (19)$$

где $t_{в}$ – температура воздуха в помещении.

- 7) Определить расчётную плотность теплового потока по формуле:

$$q_{пр} = q_{ном} \left(\frac{\Delta t_{ср}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{пр}}{0,1} \right)^p \cdot C_{пр}, \quad (20)$$

где $G_{пр}$ – действительный расход воды в приборе в кг/ч, определяемый по формуле:

$$G_{np} = \frac{3,6 Q_{np}}{c \cdot (t_r - t_o)}, \quad (21)$$

величины n , p , C_{np} выбираются для заданного типа приборов в табл.8.1(1).
8) Определить расчетную площадь нагревательной поверхности прибора:

$$F_p = \frac{Q_{np}}{q_{np}} \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (22)$$

где Q_{np} – тепловая мощность рассчитываемого прибора;

β_1 - коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины принимается по табл.8.2 (1);

β_2 - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений принимается по табл.8.3 (1).

9) Определить число секций прибора по формуле:

$$N_p = \frac{F_p \cdot \beta_4}{f_l \cdot \beta_3}, \quad (23)$$

где f_l – площадь одной секции, принимается по табл.8.1 (1);

β_4 - коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении (рис.8.13, 1), при открытой установке $\beta_4=1$;

β_3 - коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе и принимаемый для радиаторов типа МС-140 $\beta_3=1$ при числе секций от 3 до 15, а для остальных чугунных радиаторов вычисляется по формуле:

$$\beta_3 = 0,92 + 0,16/F_p.$$

2.5. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

Целью гидравлического расчета является выбор таких диаметров трубопроводов для наиболее протяженного и нагруженного циркуляционного кольца системы отопления, по которым при расчетном циркуляционном давлении в системе обеспечивается поддержание принятого гидравлического режима. Расчетное циркуляционное давление в системе отопления принимается по заданию. При этом потери давления на преодоление сопротивлений должны быть на 10% меньше располагаемого перепада давлений. Задача данного курсового проекта – выполнить гидравлический расчет методом удельных потерь давления на трение.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

- 1) Вычертить аксонометрическую схему системы отопления.
- 2) На схему нанести тепловые нагрузки отопительных приборов, стояков, участков магистралей .
- 3) Выявить главное циркуляционное кольцо системы. Обычно это кольцо проходит через самый теплонагруженный дальний стояк.
- 4) Главное кольцо разбить на расчетные участки. Расчетным участком является такой отрезок трубопровода, по которому проходит постоянный

расход воды. Границами участков являются тройники и крестовины. Участки нумеруются, начиная от ввода теплоносителя.

5) Из предложения о равномерном законе падения давления на участках определить среднее (ориентировочное) значение R_{cp} , Па/м, удельных потерь давления на трение по формуле:

$$R_{cp} = \frac{0,9\beta\Delta p_p}{\sum l}, \quad (24)$$

где 0,9 – коэффициент, введенный с учетом 10%-ного запаса располагаемого перепада давлений;

β – коэффициент, учитывающий долю потерь давления на трение от общего располагаемого перепада для систем с искусственной циркуляцией принимается равным 0,65;

Δp_p – располагаемое давление из исходных данных, Па;

$\sum l$ – общая длина трубопроводов расчетного циркуляционного кольца, м.

Определить расход воды, кг/ч, на участках по формуле:

$$G_{уч} = \frac{3,6Q_{уч}}{c(t_r - t_o)} \beta_1 \beta_2 \quad (25)$$

где $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка участка, составленная из тепловых нагрузок отопительных приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой.

7) По величине R_{cp} и $G_{уч}$ пользуясь прилож.6 (1), подбирают диаметры трубопроводов таким образом, чтобы фактическое значение R минимально отличалось от R_{cp} , а скорость не превышала допустимых значений. Для новых помещений жилых зданий допускаемая скорость не должна превышать 1 м/с.

8) Потери давления на трение на участке определить умножением $R \cdot l$.

9) По значению скорости теплоносителя, пользуясь прилож.7(1), найти динамическое давление P_v , Па.

10) По аксонометрической схеме и прилож.5(1) найти коэффициенты местных сопротивлений на участках ζ , величина безразмерная.

11) Потери давления в местных сопротивлениях участков определить по формуле:

$$Z = \sum \zeta \cdot P_v, \quad (26)$$

где $\sum \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на данном участке теплопровода.

12) Определить общие потери давления на участке:

$$R \cdot l + Z$$

13) Гидравлический расчет считается законченным, если запас перепада давлений составит :

$$\gamma_{an} = \frac{\Delta P_p - \sum(Rl + Z)}{\sum(Rl + Z)} 100\% = 10\%.$$

Запас необходим для преодоления неучтенных в расчете гидравлических сопротивлений.

Запись гидравлического расчета оформляется в табличной форме (табл. 3).

Таблица 3.

№ уч- ка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d, мм	R, Па/м	v, м/с	Rl, Па	P _v , Па	Z, Па	Rl+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Q ₁	G ₁	l ₁	d ₁	R ₁	V ₁	R ₁ l ₁	P _{v1}	$P_{v1} \sum \zeta_1$	R ₁ l ₁ +Z ₁
2	Q ₂	G ₂	l ₂	d ₂	R ₂	V ₂	R ₂ l ₂	P _{v2}	$P_{v2} \sum \zeta_2$	R ₂ l ₂ +Z ₂
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	Q _n	G _n	l _n	d _n	R _n	V _n	R _n l _n	P _{vn}	$P_{vn} \sum \zeta_n$	R _n l _n +Z _n

2.6 Проектирование системы вентиляции

В курсовой работе необходимо запроектировать вытяжную естественную канальную вентиляцию, которая состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми жалюзийными решетками, сборных горизонтальных воздуховодов и вытяжных шахт.

В зданиях до 5-ти этажей допускается использовать вентиляционные блоки, изготавливаемые с индивидуальными каналами для каждого этажа. Если в здании внутренние стены кирпичные, то вентиляционные каналы устраивают в толщине стен или бороздах, заделываемых плитами. Минимально допустимый размер вентиляционных каналов в кирпичных стенах 1/2х1/2 кирпича (140ммх140мм). Толщина стенок канала принимается не менее 1/2 кирпича. В наружных стенах вентиляционные каналы не устраиваются.

Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздуховоды из блоков или плит; минимальный размер 100мм х 150мм. Приставные воздуховоды в помещениях с нормальной влажностью воздуха обычно выполняют из гипсошлаковых и гипсоволокнистых плит. Приставные воздуховоды, как правило, устраивают у внутренних строительных конструкций: они могут размещаться у перегородок или компоноваться со встроенными шкафами. Если приставные воздуховоды по какой-либо причине размещаются у наружной стены, то между стеной и воздуховодом обязательно оставляют зазор не менее 5см или делают утепление.

Воздуховоды, прокладываемые на чердаках и в неотапливаемых помещениях выполняют из двойных гипсошлаковых или шлакобетонных плит толщиной 100мм. Сборные воздуховоды на чердаке размещают по перекрытию с подстилкой одного ряда плит, который заливают цементным раствором слоем не менее 5мм. Размер горизонтальных воздуховодов, расположенных на чердаке, следует принимать не менее 200мм х 200мм, а их длина в системе естественной вентиляции не должна превышать 8м.

В бесчердачных зданиях каналы можно объединять в сборный воздуховод, устраивая его под потолком коридора, лестничных клеток и других вспомогательных помещений.

В бесчердачных жилых зданиях вентиляционные каналы часто выводят без объединения в сборный воздуховод.

Вытяжная шахта для выброса воздуха должна быть выведена выше конька крыши не менее чем на 0,5м при расположении шахты на расстоянии до 1,5м до конька; не ниже конька при расположении шахты на расстоянии от 1,5м до 3,0м от конька; не ниже линии проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту, при расположении шахты на расстоянии более 3м от конька. Вытяжные шахты систем вентиляции жилых зданий рекомендуется устраивать с обособленными и объединенными каналами.

Шахты с обособленными каналами могут быть выполнены из бетонных блоков с утеплителем фибролитом, с утолщенными стенками из шлакобетона, керамзитобетона или другого малотеплопроводного и влагостойкого материала, а также каркасными с эффективным утеплителем.

Шахты с объединенными каналами выполняют из легкого бетона, каркасные шахты – с заполнением малотеплопроводным огнестойким и влагостойким материалом; из бетонных плит – с утеплением из досок толщиной 40мм, обитых с внутренней стороны кровельной сталью по войлоку, смоченному в глиняном растворе, и оштукатуренному с наружной стороны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учеб. для вузов. – 5-е изд., репр. – М.: БАСТЕТ, 2009. – 479 с.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – 3-е изд. – СПб. : АВОК Северо-Запад, 2006. – 399 с.
3. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. – М: ФГУП ЦНС, 2004. – 72с.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий/ Госстрой России.- М: ФГУП ЦПП, 2004. – 40с.
5. СНиП 23-01-99. Строительная климатология и геофизика/ Госстрой России. – М: ФГУП ЦПП, 2004. – 140с.
6. СНиП 2.08.01- 89. Жилые здания / Госстрой России. – М: ГУП ЦПП, 2001. – 16с.
7. ГОСТ 30494- 96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России. – М: ГУП ЦПП, 1999. – 8с.
8. СП 23-101- 2004. Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России – М: ФГУП ЦНС, 2004. – 131с.

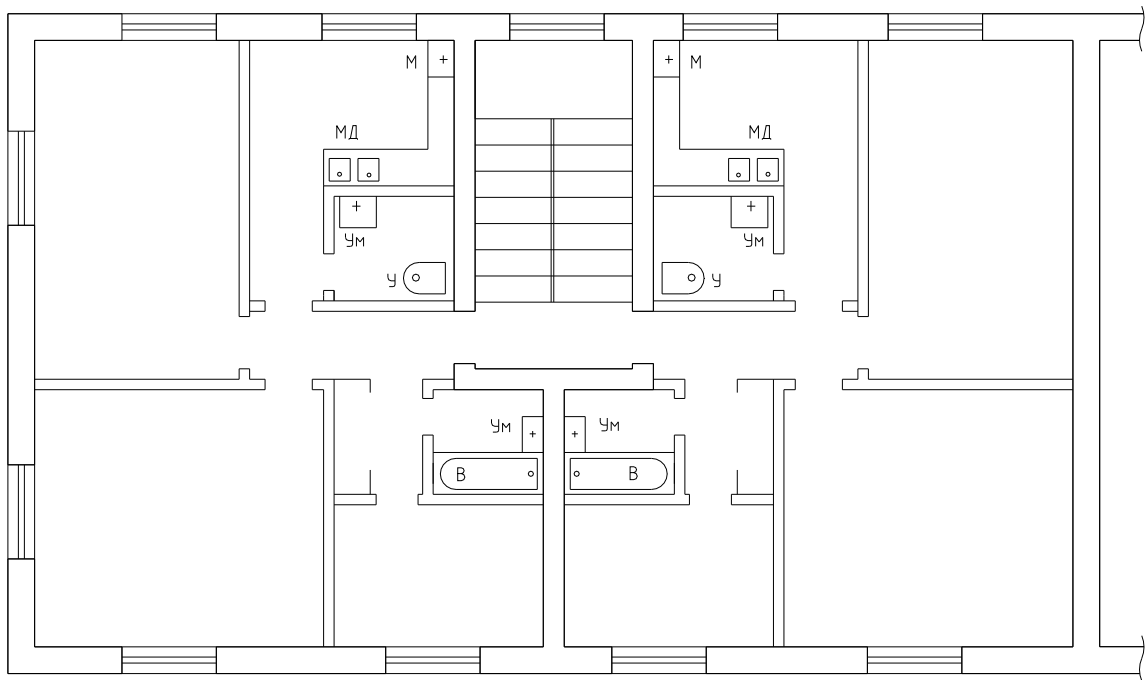
Приложение 1

Исходные данные для задания на курсовую работу

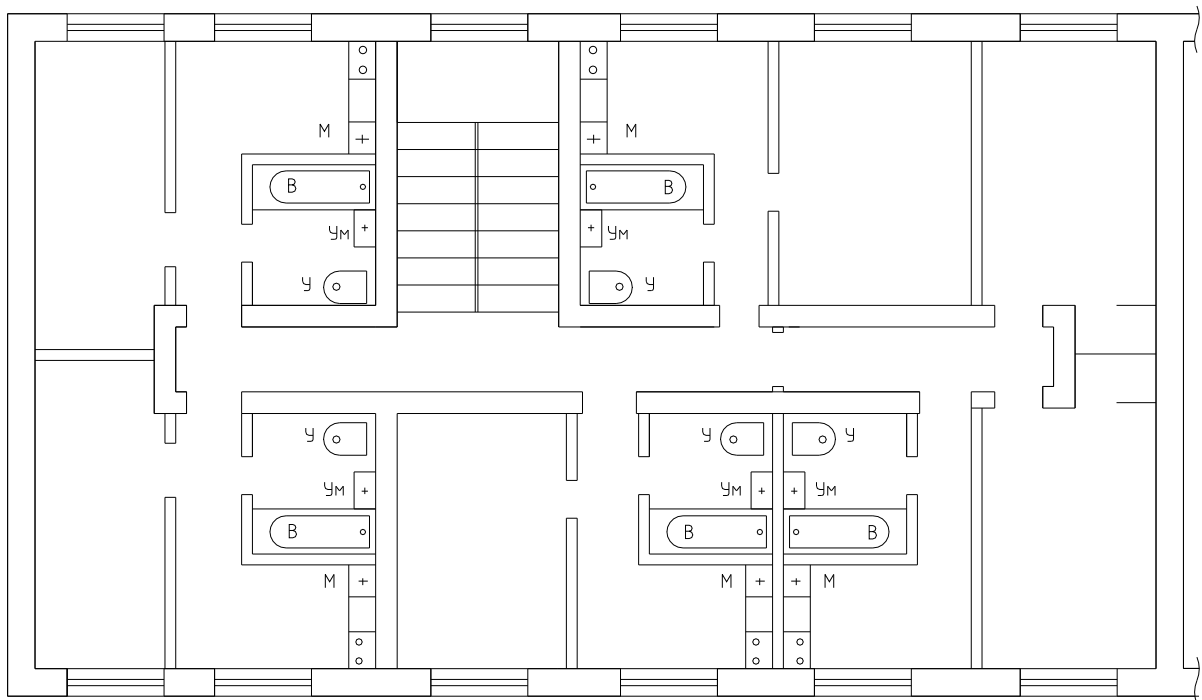
Исходные данные	Первая цифра шифра студента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номер варианта плана типового этажа	5	3	6	2	4	1	8	7	10	9
Район строительства (город)		В.Новгород/Хабаровск	С.Петербург/Куриган	Воронеж/Красноярск	Иркутск/Оренбург	Казань/Новосибирск	Чита/Киров	Омск/Норильск	Пенза/Ангарск	Пермь/Псков
Ориентация здания	С	З	ЮВ	ЮЗ	В	Ю	СВ	СЗ	С	З
Материал наружных стен	Железобетон	Кирпичная кладка	По своему усмотрению	Железобетон	Керамзитобетон	Кирпичная кладка	По своему усмотрению	Железобетон	Кирпич силикатный	Керамзитобетон
	Последняя цифра шифра студента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип нагревательных приборов	МС-140-108 М-90		МС-90-108 М-140-АО		МС-140-98 М-90		МС-140-108 МС-90-108		М-140-АО МС-140-98	
Расчётные температуры теплоносителя, °С	105-70 95-70		95-70 105-70		95-70 105-70		105-70 95-70		95-70 105-70	
Расчётное циркуляционное давление, кПа	12	10	11	12,5	13	11,5	10,5	10	11	12

Примечание: *В числителе указан район строительства для четной второй цифры шифра, в знаменателе – для нечетной второй цифры шифра.

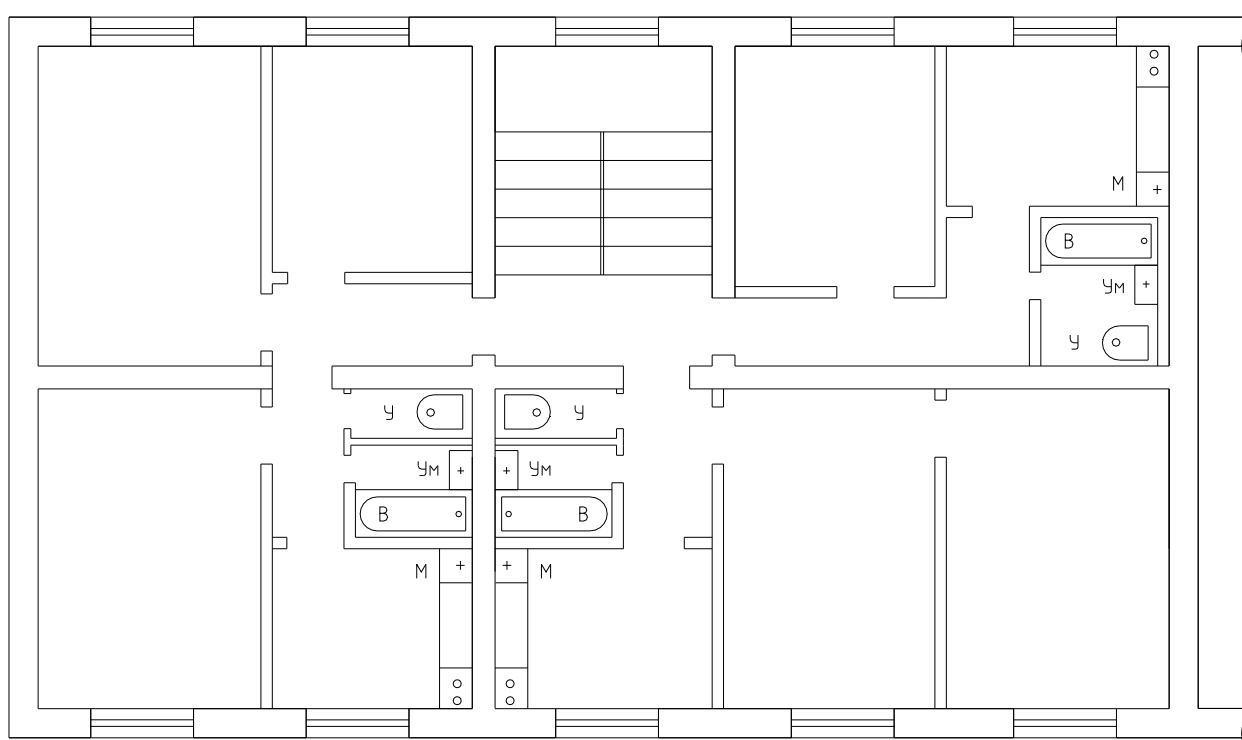
Приложение 2



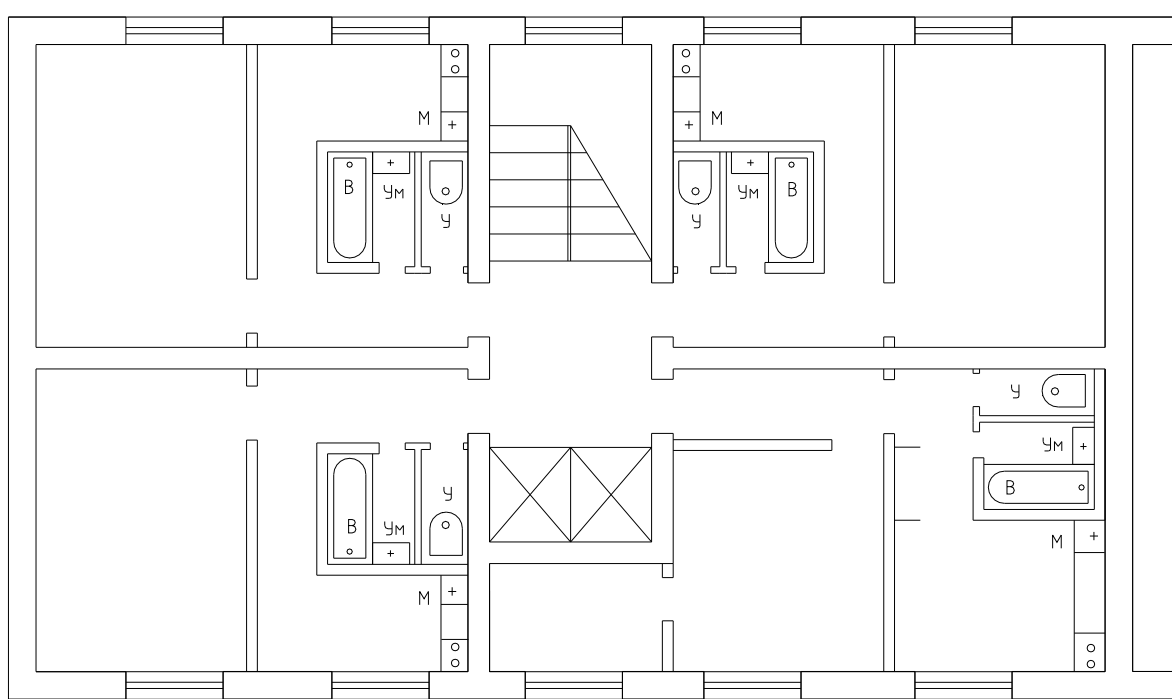
План типового этажа. Вариант 1



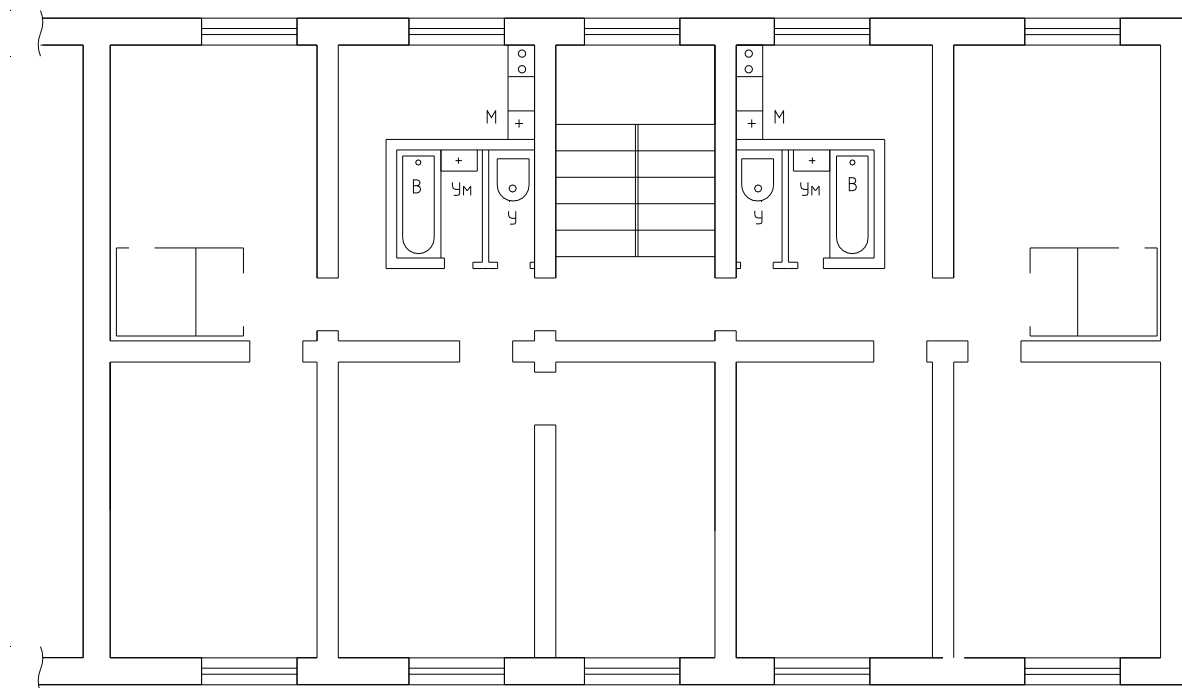
План типового этажа. Вариант 2



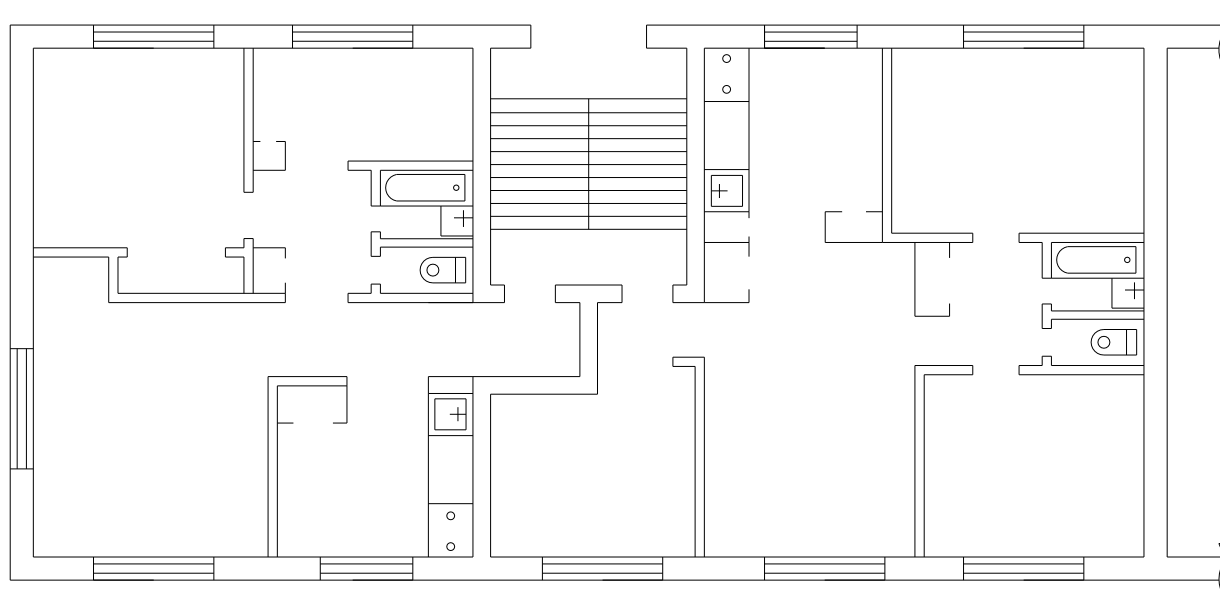
План типового этажа. Вариант 3



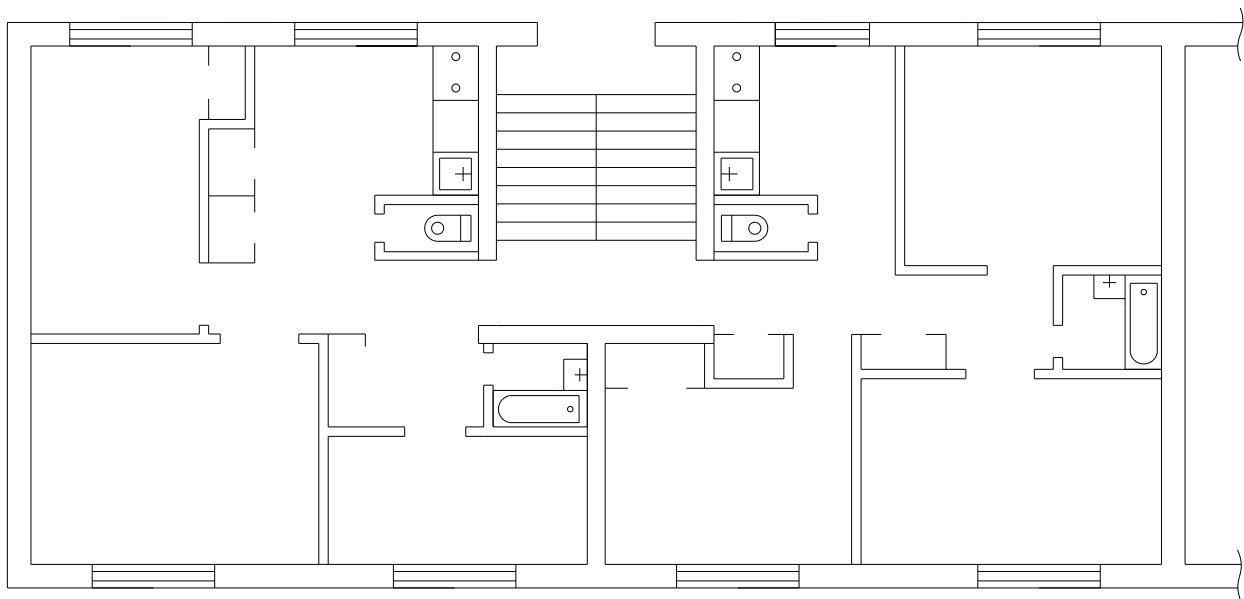
План типового этажа. Вариант 4



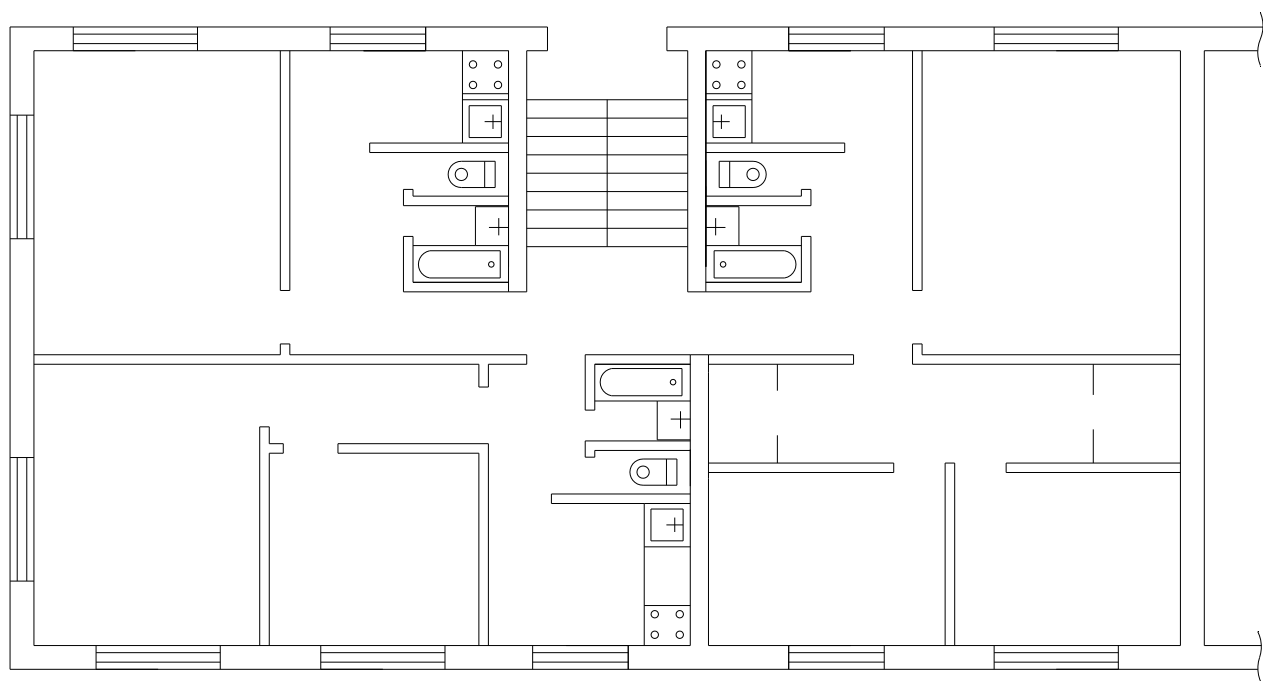
План типового этажа. Вариант 5



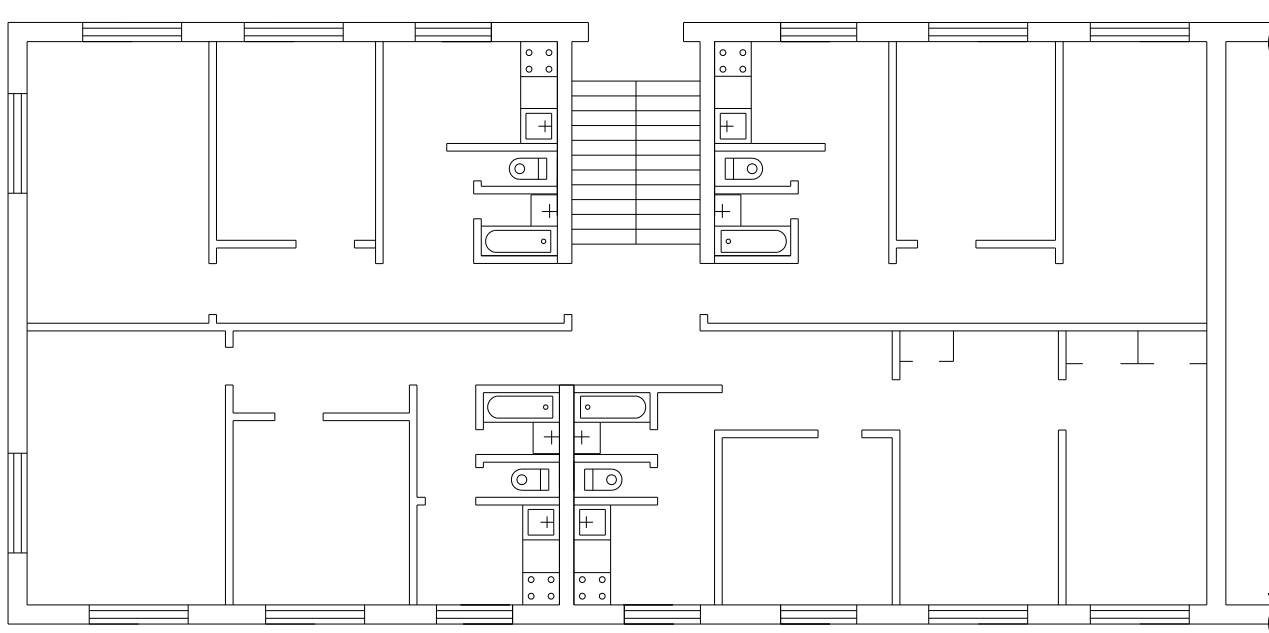
План типового этажа. Вариант 6



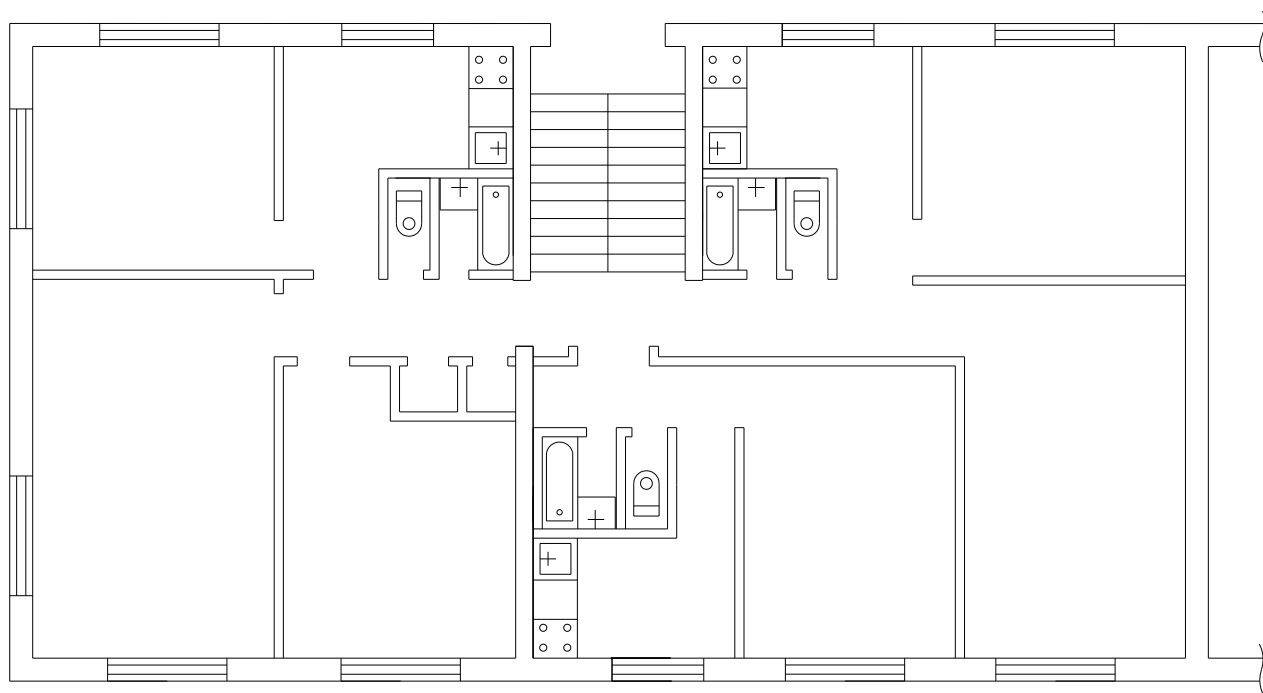
План типового этажа. Вариант 7



План типового этажа. Вариант 8



План типового этажа. Вариант 9



План типового этажа. Вариант 10