

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

*Институт Горного дела и строительства
Кафедра «Городское строительство, архитектура и дизайн»*

Утверждено на заседании кафедры
«ГСАиД»
«26» января 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой


_____ К.А. Головин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**
по дисциплине (модулю)
**ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ОБОРУДОВАНИЕ ИН-
ТЕРЬЕРА**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
54.03.01«Дизайн»

с направленностью (профилем)
Дизайн интерьера

Форма обучения: **очно-заочная**

Идентификационный номер образовательной программы: 540301-02-22

Тула 2022 год

Разработчик(и): методических указаний

Гереева М.В., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель практических занятий – подготовка специалиста, владеющего в необходимом объеме знаниями об основных видах инженерного оборудования зданий различного назначения, основах его проектирования и расчета.

Задачи практических занятий:

- Знакомство с основами проектирования и расчета различных инженерных систем.

2. СОДЕРЖАНИЕ

ЗАДАНИЕ № 1

План

Вводное ЗАДАНИЕ включает:

- обсуждение целей и задач практических занятий;
- расчет мощности систем отопления; изучение исходных данных и последовательности расчета;
- обсуждение плана практической работы на текущий семестр.

Тема задания

ОТОПЛЕНИЕ

Расчет мощности систем отопления. Изучение исходных данных и последовательности расчета.

Методические указания

Расчет мощности системы отопления начинают с изучения архитектурно-планировочного и конструктивного решения здания в соответствии с заданием на проектирование.

Далее на 1 листе графической части в масштабе 1:100 вычерчивается план типового этажа и разрез здания по кухне, таким образом, что бы была видна стена, в которой предполагается прокладка вентиляционных каналов.

На плане типового этажа преподавателем указывается квартира, в которой необходимо будет провести расчет нагрузки на отопительные приборы и определить их площадь поверхности и число элементов. Расчет мощности системы отопления начинают с нумерации отапливаемых помещений. Номера ставятся слева на право в одинарном кружке. Лестничная клетка обозначается двумя буквами ЛК и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение.

Расчет ведут в табличной форме по отдельным составляющим теплового баланса. Для нашего случая целесообразно составить три таблицы: в первой таблице вычисляются теплотопотери через ограждающие конструкции основные и дополнительные, а также расход тепла на вентиляцию; во второй таблице вычисляются расходы тепла на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося через оконные и балконные заполнения; третья таблица является сводной таблицей расхода тепла, которая заполняется по данным первой и второй.

ЗАДАНИЕ № 2

План

Практическое ЗАДАНИЕ включает:

- расчет теплопотерь ограждающих конструкций;
- контроль подготовленности студентов к занятиям;
- подведение итогов занятия.

Тема задания

Расчет теплопотерь ограждающих конструкций.

Методические указания

№ помещения	Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха помещения (t_p)	Характеристика ограждения				Сопротивление теплопередачи ограждения, R ($m^2 \cdot ^\circ C / Bt$)	Расчетная разность температуры ($t_p - t_{вн}$), $^\circ C$	Поправочный коэффициент, n	Основные теплопотери, $Q_{осн}$ (Вт)	Добавочные теплопотери, β			Суммарный коэффициент добавочных теплопотерь ($1 + \sum \beta$)	Теплопотери, Вт		Помещения
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры (м)	Площадь, A , (m^2)					На ориентацию по сторонам горизонта	По количеству наружных стен	На врывание холодного воздуха		Теплопотери через ограждение, $Q_{огр}$	Подогрев воздуха вентиляции, Q_a	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

В первом столбце табл. 1 для жилого дома с одинаковой планировкой всех этажей под одним номером записывают одинаковые помещения, расположенные друг под другом по всей высоте здания, так как они имеют практически одинаковые теплопотери через вертикальные ограждения, одинаковые расходы тепла на нагревание наружного воздуха и одинаковые бытовые теплопоступления. Принимаем комнату среднего этажа в этом расчете как базовую. Дополнительные потери тепла комнатами на первом и верхнем этажах имеющими холодный пол или потолок и несколько большую высоту наружных стен, вычисляем отдельно.

Теплопотери внутренних помещений, в которых не предусмотрена установка отопительных приборов, рассчитываем отдельно и прибавляем к теплопотерям смежных с ними помещений, где предусмотрена установка отопительных приборов.

Во втором столбце записываем наименование помещений, которые имеют хотя бы одну наружную ограждающую конструкцию или внутреннюю ограждающую конструкцию при разности расчетных температур соседних помещений более $3^\circ C$.

Третий столбец (табл. 1) заполняется на основании второго и табл. 3П. Необходимо обратить внимание на то, что расчетная температура жилой комнаты определяется в зави-

симости от температуры наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, которую можно определить по [4] и табл. 1П.

В четвертый столбец записываются все наружные ограждающие конструкции и внутренние при условии, что разность температур воздуха в смежных помещениях более 3°C . В проекте можно ввести обозначения: НС – наружная стена; О – окно; БД – балконная дверь; ПТ – потолок; ПО – полы; ВС – внутренняя стена; ДД – двойная дверь; ОД – одинарная дверь.

В пятый столбец для наружных стен, окон и дверей ставят ориентацию по сторонам света (С, Ю, З, В, СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ). Для внутренних вертикальных ограждающих конструкций ставят прочерк, для потолка – ПТ, а для пола номер I, II, III и VI зоны (определение номера зоны, см. ниже).

В шестой столбец записывают расчетные размеры ограждающих конструкций (высота \times ширина) в метрах, которые определяют исходя из следующих правил:

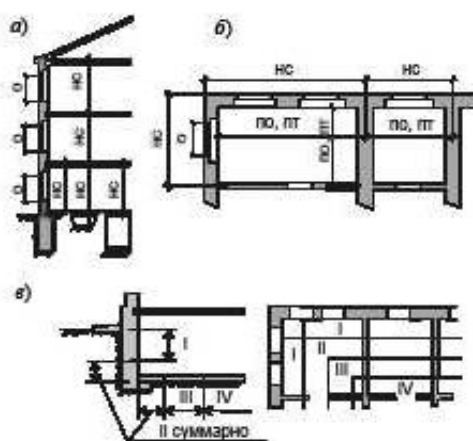


Рис. 1 Правила обмера площадей ограждающих конструкций (а, б) и разбивка поверхности пола на зоны (в)

- размеры наружных стен измеряют: а) в плане по внешнему периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены; б) по высоте как показано на рис. 1;
- размеры внутренних стен измеряют: а) в плане от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен; б) по высоте как показано на рис. 1;
- размеры окон и дверей принимаются по наименьшему строительному проему;
- размеры пола и потолка измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружных стен. Площади полов расположенных по лагам или на грунте, определяют из условий их разбивки по зонам (рис. 1), причем поверхность участков полов возле угла наружных стен (в первой двухметровой зоне) вводится в расчет дважды, т.е. по направлению обеих стен, составляющих угол. Теплотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания должны подсчитываться так же, как и теплотери через полы, расположенные на грунте бесподвального здания, т.е. по зонам шириной 2 м, с отсчетом их от уровня земли (см. рис. 1). Полы помещений в этом случае (при отсчете зон) рассматриваются как продолжение подземной части наружных стен. Сопротивление теплопередаче определяется так же, как и для неутепленных или утепленных полов.

Линейные размеры ограждающих конструкций принимают с погрешностью до $\pm 0,1$ м. Седьмой столбец является произведением длины и ширины ограждающих конструкций, записанных в шестом столбце. Расчетные площади ограждающих конструкций округляют до $0,1\text{ м}^2$.

В восьмой столбец заносятся сопротивления теплопередаче.

Сопротивление теплопередаче для наружных стен, чердачных перекрытий, перекрытий над холодными подпольями и подвалами, а также оконных и балконных заполнений принимаются по табл. 2П в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) методом интерполяции. ГСОП ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$) определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}},$$

где $t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха помещения (в этом расчете принимается равной 18°C для всех помещений), $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ – средняя температура ($^{\circ}\text{C}$) за отопительный период и продолжительность суток отопительного периода, принимается по табл. 1П в зависимости от района строительства.

Сопротивление теплопередаче внутренних стен можно найти по формуле, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$$R = \delta / \lambda,$$

где δ – толщина стены, м; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала стены (каменной – 0,76; из керамзитобетона – 0,80; из газобетона – 0,41), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

В проекте сопротивление теплопередаче можно принять для входных одинарных дверей – $0,3 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{В}$, для двойных дверей – $0,5 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{В}$.

Конструкции окон и балконных дверей принимаются по табл. 6П в зависимости от их требуемого сопротивления теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{\text{н.п}}$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, отдельных зон шириной 2 м, не утепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли в проекте можно принять равным: для 1-й зоны $R_{1,\text{н.п}} = 2,1$; для 2-й зоны $R_{2,\text{н.п}} = 4,3$; для 3-й зоны $R_{3,\text{н.п}} = 8,6$; для 4-й зоны (для оставшейся площади пола) $R_{4,\text{н.п}} = 14,2$.

В девятый столбец записывают разность температур $(t_{\text{п}} - t_{\text{exp}})$, $^{\circ}\text{C}$, где $t_{\text{п}}$ – расчетная температура внутри отапливаемых помещений ($^{\circ}\text{C}$), которая принимается из столбца номер три; t_{exp} – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения ($^{\circ}\text{C}$).

В десятый столбец записывают коэффициент n , принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, табл. 4П. Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления, разделяются условно на основные и добавочные. Основные теплотери ($Q_{\text{осн}}$, Вт) записываются в одиннадцатый столбец и находятся по формуле

$$Q_{\text{осн}} = (t_{\text{п}} - t_{\text{exp}}) n A / R. \quad (1)$$

В двенадцатый столбец записываются добавочные теплотери β на ориентацию наружных вертикальных ограждающих конструкций по отношению к сторонам света.

Величину этих добавок можно определить по рис. 2.

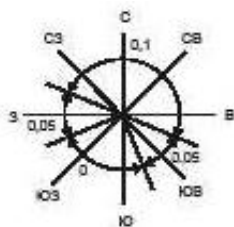


Рис. 2 Величина добавок к основным теплотериям в зависимости от ориентации ограждений по отношению к сторонам света

В тринадцатый столбец записываются добавочные теплотерии, через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых), а во всех жилых помещениях – 0,13.

В четырнадцатый столбец записываются добавочные теплотерии на подогрев врывающегося холодного воздуха через наружные двери в подъезд здания (записываются только в строке для входных дверей). Они принимаются в зависимости от высоты здания H , м в размере: $\beta = 0,2H$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними; $\beta = 0,27H$ – для двойных дверей с тамбуром между ними; $\beta = 0,34H$ – для двойных дверей без тамбура и $\beta = 0,22H$ – для одинарных дверей.

Добавочные теплотерии в расчетах учитываются введением в формулу (1) специального члена $(1 + \sum \beta)$, который записывают в пятнадцатый столбец.

В шестнадцатый столбец записывают теплотерии ($Q_{огр}$, Вт) через ограждающие конструкции, которые определяют по формуле

$$Q_{огр} = Q_{осн}(1 + \sum \beta).$$

В семнадцатый столбец записываются теплотерии на подогрев воздуха попадающего в помещение за счет вентиляции, расчет которых предварительно ведется в табличной форме, табл. 2.

ЗАДАНИЕ № 3

План

Практическое ЗАДАНИЕ включает:

- расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и балконные двери;
- контроль подготовленности студентов к занятиям;
- подведение итогов занятия.

Тема задания

Расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрующегося через окна и балконные двери.

Методические указания

№ помещ ения	$(t_p - t_{в}), ^\circ\text{C}$	$Q_i', \text{Вт}$	$\Delta p_i, \text{Па}$	$G_i, \text{кг/ч}$	$Q_i'', \text{Вт}$	$Q_i, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7

Для жилых зданий затраты теплоты Q_i , Вт, для нагревания инфильтрирующегося воздуха в помещениях жилых зданий при естественной вытяжной вентиляции, следует принимать равным большей из величин Q_i' или Q_i'' , Вт. Данные значения следует определять по формулам:

$$Q_i' = 0,28 L_n p c (t_p - t_i) k, (2)$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий – удельный нормативный расход 3 м³/ч на 1 м² жилых помещений; p – плотность воздуха в помещении, кг/м³ (плотность воздуха в зависимости от температуры и определяется по формуле $p = 353,37 / (273 + t)$); $c = 1$ кДж / (кг · °С) – удельная теплоемкость воздуха; t_p , t_i – расчетные температуры воздуха соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года, °С; k – коэффициент учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкциях (0,7 для окон с тройными переплетами, 0,8 для окон с двойными переплетами и балконных дверей с отдельными переплетами и 1,0 для одинарных окон и балконных дверей)

$$Q_i'' = 0,28 \sum G_i c (t_p - t_i) k, (3)$$

где $\sum G_i$ – расход инфильтрирующегося воздуха через ограждения, кг/ч.

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении G_i , кг/ч, через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле

$$G_i = 0,216 \sum A_1 \Delta p_{i,67} / R_u + \sum A_2 G_H (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} + 3456 \sum A_3 \Delta p_{i,5+0,5} \sum l \Delta p_i / \Delta p_1,$$

где A_1 , A_2 – площади наружных ограждающих конструкций, м², соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений; A_3 – площади щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях; Δp_i , Δp_1 – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при $\Delta p_1 = 10$ Па; R_u – сопротивление воздухопроницанию, м² · ч · Па/кг, принимаемое по табл. 5П; G_H – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, кг/(м² · ч), принимаемая по табл. 10П; l – длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции Δp_i , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании p_{int} , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание $\sum G_i$, кг/ч, и удаляемого из него $\sum G_{ext}$, кг/ч, за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетная разность давлений Δp_i , определяется по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 p_i v_2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k_1 - p_{int}, (4)$$

где H – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты; h_i – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей; γ_i , γ_p – удельный вес, Н/м³, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по

формуле $3463/(273 + t)$; p_i – плотность наружного воздуха, кг/м³; v – скорость ветра, м/с, принимаемая по табл. 1П; $c_{e,n}$, $c_{e,p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания, принимаемые по СНиП 2.01.07–85 (в проекте их можно принять соответственно равными 0,8 и –0,6; k_1 – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по СНиП 2.01.07–85 (в проекте его можно принять равным 0,7); p_{int} – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па

Восемнадцатый столбец заполняется, как сумма всех теплопотерь через ограждающие конструкции помещения плюс теплопотери на подогрев воздуха поступающего в помещение за счет вентиляции.

Расчетная нагрузка на отопительные приборы определяется из уравнения теплового баланса:

для жилых помещений и кухонь

$$Q_{c.o.} = \sum Q_{огр} - Q_{быт} + Q_i;$$

для остальных помещений (коридоры лестничные клетки)

$$Q_{c.o.} = \sum Q_{огр} + Q_i,$$

где $\sum Q_{огр}$ – сумма теплопотерь через ограждающие конструкции помещения, Вт; $Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, Вт; Q_i – больший из расхода тепла на подогрев инфильтрующегося или вентиляционного воздуха, Вт.

Бытовые тепловыделения в жилых зданиях определяются по формуле

$$Q_{быт.} = 10F_{п},$$

где 10 – количество бытовых тепловыделений (Вт) на 1 м² площади жилых комнат и кухонь; $F_{п}$ – площадь пола жилых комнат и кухонь, м².

Расчет тепловой мощности системы отопления целесообразно вести в табличной форме, табл. 3.

ЗАДАНИЕ № 4

План

Практическое ЗАДАНИЕ включает:

- расчет тепловой мощности системы отопления;
- контроль подготовленности студентов к занятиям;
- подведение итогов занятия.

Тема задания

Расчет тепловой мощности системы отопления.

Методические указания

№ помещ ения	Теплопотери		Теплопоступл ения	Расчетная нагрузка на тепловые приборы $Q_{с.о.}$, Вт
	$Q_{отр.}$, Вт	$Q_{в.}$, Вт	$Q_{быт.}$, Вт	
1	2	3	4	5

Расчет теплопотерь зданием по укрупненным показателям

В строительной практике часто возникает необходимость выявить ориентировочную тепловую мощность системы отопления проектируемых зданий и сооружений. Для этого используют удельную тепловую характеристику здания $q_{уд}$, (Вт/(м³ · ° С)), которую можно рассчитать по формуле, предложенной Н.С. Ермоловым

$$q_{уд} = P/S [1/R_{ст} + \rho_0 (1/R_{ок} - 1/R_{ст})] + 1/h (0,9/R_{пок} + 0,6/R_{пол}),$$

где P – периметр здания, м; S – площадь здания в плане, м²; h – высота здания, м; $R_{ст}$, $R_{ок}$, $R_{пок}$, $R_{пол}$ – соответственно сопротивления теплопередачи стен, оконных и балконных заполнений, покрытия и пола, м² · ° С/Вт; ρ_0 – коэффициент остекления, численно равный отношению площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений.

Количество тепла необходимого для компенсации теплопотерь зданием можно найти по следующей зависимости

$$Q_{с.о} = q_{уд} V (t_{ср} - t_n) \alpha ,$$

где V – наружный объем здания, м³; $q_{уд}$ – удельная тепловая характеристика здания, Вт/(м³ · ° С), $t_{ср}$ – средняя по объему здания температура внутреннего воздуха, ° С; t_n – температура наружного воздуха холодной пятидневки, ° С; α – коэффициент учитывающий влияние расчетной разности температуры, который можно определить ориентировочно по формуле

$$\alpha \approx 0,54 + 22 / (t_{ср} - t_n).$$

ЗАДАНИЕ № 5

План

Практическое ЗАДАНИЕ включает:

- определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов;
- контроль подготовленности студентов к занятиям;
- подведение итогов занятия.

Тема задания

Определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов.

Методические указания

В расчетах для отопления помещений используют нагревательные приборы согласно заданию на проектирование. Исключение составляют ванные комнаты, где в учеб-

ных целях необходимо запроектировать подогреваемые полы нагрев, которых осуществляется электрической кабельной системой.

Площадь поверхности отопительного прибора ориентировочно можно найти из зависимости

$$F_p = Q_{c.o} / q_{пр},$$

где $q_{пр}$ – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора, Вт/м² (принимается по табл. 7П); $Q_{c.o}$ – расчетная нагрузка на тепловой прибор установленной в определенном помещении, Вт. Расчетное число секций чугунных радиаторов и количество конвекторов определяют по формуле

$$N_p = F_p \beta_4 / f_1 \beta_3,$$

где f_1 – площадь поверхности нагрева одной секции, м² (принимается по табл. 7П); β_4 – коэффициент учитывающий способ установки отопительного прибора в помещении, см. рис. 3; β_3 – коэффициент учитывающий число секций в одном радиаторе и принимаемый для радиаторов МС-140 равным: при числе секций от 3 до 15 – 1, от 16 до 20 – 0,98, от 21 до 25 – 0,96, а для остальных чугунных радиаторов вычисляется по формуле: $\beta_3 = 0,92 + 0,16 / F_p$.

Для других отопительных приборов $\beta_3 = 1$.

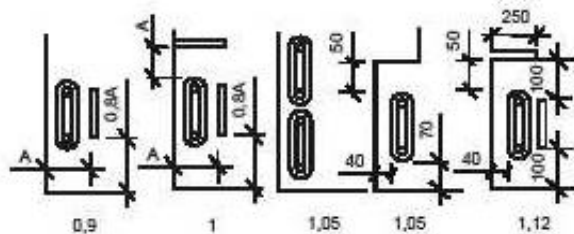


Рис. 3 Величина коэффициента β_4 в зависимости от способа установки отопительного прибора

Поскольку расчетное число секций получаемых по данной формуле редко получается целым, то его приходится округлять для получения числа секций $N_{уст}$, принимаемых к установке. Как правило, к установке принимают ближайшее большее число секций радиатора.

Определение площади поверхности и числа отопительных приборов ведется в табличной форме, табл. 4.

При устройстве подогреваемых полов в ванной комнате необходимо определить длину нагревательного кабеля, для чего можно воспользоваться следующим неравенством

$$L_p = Q_{c.o} / q_{каб},$$

где $q_{каб}$ – количество теплоты выделяемого одним погонным метром кабеля, Вт/м; $Q_{c.o}$ – расчетная нагрузка на нагревательный кабель в ванной комнате, Вт.

В расчетах для устройства подогреваемых полов примем систему ДЕ-ВИ

Комфорт ХИТ, состоящую из нагревательного кабеля ДТИП – 18 ($q_{каб} = 18$ Вт/м) или ДТИП – 10 ($q_{каб} = 10$ Вт/м), датчика температуры и регулятора температур.

Расчет поверхности и числа отопительных приборов

помещения и этажи	отопительного прибора и его тип	плотность теплового потока $q_{\text{пл}}$	поверхности нагрева секции $F, \text{м}^2$	Кoeffи циенты		расчетное число секций $N_{\text{с}}$ шт	принимаемых к установке
				K_1	K_2		
1	2	3	4	5	6	7	8

Последовательность построения схемы системы отопления

1 Вычерчивают планы подвала и чердака (план чердака чертится в том случае если система отопления имеет верхнюю разводку или когда котельная расположена в подвале здания). На плане типового этажа (который был начерчен ранее) размещают нагревательные приборы.

При размещении отопительных приборов пользуются следующими правилами:

- отопительные приборы размещают у наружных стен преимущественно под окнами, так как в результате уменьшаются токи воздуха вблизи окон;
- с целью минимального выступа приборов в помещение в стенах допускается делать ниши глубиной 130 мм;
- отопительные приборы, устанавливаемые в лестничных клетках, не должны выступать из плоскости стены на уровне движения людей и сокращать требуемую нормами ширину маршей и площадок;
- отопительные приборы в лестничных клетках следует устанавливать при входе и не переносить часть их на площадки;
- чтобы вода в теплопроводе не замерзала, не допускается устанавливать отопительные приборы в тамбурах лестничных клеток, сообщающихся с наружным воздухом, а также у входных наружных одинарных дверей;
- в двухтрубной и однотрубной системах с верхней прокладкой падающей магистрали приборы наиболее целесообразно размещать по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двухстороннюю нагрузку;
- к стоякам, питающим приборы лестничной клетки нельзя присоединять приборы других помещений;
- питание приборов лестничных клеток рекомендуется осуществлять по однотрубной проточной схеме;
- присоединение отопительных приборов на "сцепке" допускается только в пределах одного помещения, за исключением кухонь, коридоров, туалетов, умывальных и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять к приборам соседней комнаты и на "сцепке";
- приборы на "сцепке" в теплотехническом расчете рассматриваются как один прибор.

2 В соответствии с размещением и присоединением отопительных приборов на плане типового этажа располагают стояки системы. Главный стояк по возможности устанавливают в центре здания в нежилом помещении, обычно в штрабе внутренней капитальной стены лестничной клетки. Для отопления лестничной клетки предусматривают самостоятельный стояк. Остальные стояки устанавливают, сообразуясь с положением нагревательных приборов; желательно иметь стояки в наружных углах здания. Если стояки прокладываются открыто, то расстояние от поверхности штукатурки до трубы должно быть 20 ... 30 мм, а расстояние от края окна 0,35 м. К стенам стояки крепятся разъемными хомутами из полосовой стали.

Каждый стояк должен иметь запорно-регулирующую арматуру необходимую для гидравлической регулировки, отключения и опорожнения системы отопления. Для этого используют запорные прямооточные вентили с косыми шпинделями и краны бронзовые

пробковые сальниковые. В зданиях высотой до трех этажей отключающая арматура не ставится.

В связи с тем, что на плане типового этажа будут наноситься еще и стояки водоснабжения и канализации в проекте примем следующие обозначения стояков отопления СтО-1, где цифра обозначает номер стояка. Нумерация стояков ведется слева направо начиная с левого верхнего угла на плане здания.

Для системы центрального отопления согласно СНиП рекомендуется к использованию при теплоносителе воде и наружных диаметров до 60 мм стальные неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262–75*). Для их соединения, изменения их направления или диаметра применяют соединительные части (муфты, тройники, крестовины).

3 На плане подвала показывают узел ввода или генератор тепла, который стараются располагать по возможности в центре здания. В проекте в учебных целях предполагается, что при теплоснабжении от ТЭЦ для подмешивания охлажденной воды в систему отопления используется водоструйный элеватор, а при районной котельной с помощью насоса установленного на перемычке.

Места расположения и обозначение стояков переносятся с плана типового этажа.

Далее их соединяют магистральными трубопроводами, которые прокладывают вдоль наружных стен на каждую четверть здания отдельно с уклоном не менее 0,002 по направлению к узлу ввода. Данный уклон необходим для удаления воды из системы.

4 На плане чердака, в первую очередь, показывают стояки и магистрали. После чего в вариантах имеющих в подвале здания котельную размещают расширительный бак, в остальных случаях воздухоотборники.

Расширительный бак предназначен для приема избытка воды в системе, образующейся при ее нагревании, а также создания определенного запаса воды с целью компенсации возможных ее утечек из системы в процессе эксплуатации, поддержания заданного гидравлического давления, удаления лишней воды из системы в водосток и воздухоудаления. Его располагают в наивысшей точке, желательно в центральной части здания. Расширительный бак представляет собой металлическую емкость цилиндрической формы со съемной крышкой и патрубками для присоединения следующих труб: расширительной; контрольной, выведенной к раковине в котельной для наблюдения за уровнем воды; переливной для слива избытка воды при переполнении расширительного бака; циркуляционной, соединяющей расширительный бак с обратным магистральным теплопроводом для предотвращения замерзания воды в расширительном сосуда и в соединительной трубе.

Воздухоотборники, как и расширительный бак размещают в наивысших точках системы. Они устанавливаются в крайних стояках и предназначены для удаления воздуха из системы.

Необходимо отметить, что магистрали должны прокладываться с подъемом не менее 0,002 к расширительному баку или воздухоотборникам.

5 На основании плана типового этажа, чердака и подвального помещения вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления. Масштаб которой должен соответствовать масштабу здания, то есть 1:100.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ АТТЕСТАЦИЙ. ШКАЛЫ ОЦЕНОК

Дисциплина состоит из двух частей, имеющих отчетность:

- теоретический курс 5 семестра с практическими занятиями, общим объемом 72 часа, завершающийся экзаменом;
- теоретический курс 6 семестра с практическими занятиями, общим объемом 72 часа, завершающийся экзаменом.

Каждая часть оценивается в 100 балльной системе с методикой перевода к традиционным оценкам, принятой в ТулГУ.

Успеваемость слушателя оценивается по 100-балльной системе со следующими диапазонами баллов, соответствующими традиционным оценкам.

№ п/п	Зачет	Не зачтено	Зачтено		
1	Академическая оценка (по 4-х балльной системе)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
2	Бальная оценка (по 100-балльной системе)	От 0 до 39	От 40 до 60	От 61 до 80	От 81 до 100

Текущая аттестация

Порядковый номер	Сроки	Отчетность	Бальная оценка	Сумма
Первая аттестация	31 октября (осен. семестр) 31 марта (вес. семестр)	Посещаемость	До 8 баллов	До 30 баллов (аттестация – 20 баллов и выше)
		Текущая работа	До 12 баллов	
		Контрольные мероприятия	До 10 баллов	
Вторая аттестация	Последний день занятий	Посещаемость	До 8 баллов	До 30 баллов
		Текущая работа	До 12 баллов	
		Контрольные мероприятия	До 10 баллов	
Текущая аттестация проставляется в соответствующей графе экзаменационной ведомости				До 60 баллов
экзамен				До 40 баллов
Сумма = текущая + экзамен				До 100 баллов

Контрольные мероприятия к аттестации проводятся в виде тестирования по темам, выносимым на лекции.

Допуск к экзамену или зачету производится после выполнения всех предусмотренных учебным планом и настоящей программой работ.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

4.1 Основная литература

1. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : учебник для вузов / В.Н.Богословский .— 3-е изд. — СПб. : Авок Северо-Запад, 2006 .— 400с.
2. Водоснабжение : учебник для вузов : в 2 т. Т. 1: Системы забора, подачи и распределения воды / М. А. Сомов .— 2008 .— 261 с.
3. Каменев, П. Н. Вентиляция : учебник для вузов / П. Н. Каменев, Е. И. Тертичник .— М. : АСВ, 2008 .— 616 с.

4. Полушкин, В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : Учеб. пособие. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / В.И.Полушкин, О.Н.Русак, С.И.Бурцев и др. — СПб. : Профессия, 2002 .— 176с.
5. Сканави, А.Н. Отопление : учебник для вузов / А.Н.Сканави,Л.М.Махов .— М. : МГСУ:АСВ, 2006 .— 576с.

4.2 Дополнительная литература

1. Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования.Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Н. Балueva, В. П. Мурашко .— Новая ред. — М. : Евроклимат, 2008 .— 504 с.
2. Бухаркин, Е.Н. Инженерные сети: Оборудование зданий и сооружений : Учебник для вузов / Е.Н.Бухаркин, В.В.Кушнирюк, В.М.Овсянников и др.; Под.ред.Ю.П.Соснина .— М. : Высш.шк., 2001 .— 415с.
3. Коннов, А.А. Электрооборудование жилых зданий / А.А.Коннов .— 4-е изд.,стер. — М. : Додэка-XXI, 2007 .— 256с.
4. Коннов, А.А. Электрооборудование жилых зданий / А.А.Коннов .— 2-е изд. — М. : Додэка-XXI, 2005 .— 256с.
5. Корякин-Черняк, С.Л. Освещение квартиры и дома / С.Л.Корякин-Черняк .— СПб. : Наука и Техника, 2005 .— 192с.
6. Инженерное оборудование индивидуального дома [Электрон.ресурс] .— Multimedia (248MB).— М. : ООО "Студия Компас", 2008 .— 1 опт.диск. (CD ROM).
7. Инженерные системы индивидуального дома [Электрон.ресурс] .— Multimedia (248MB) .— М. : ООО "Студия Компас", 2008 .— 1 опт.диск. (CD ROM) .— (Архитектура и строительство).

4.3 Периодические издания

1. Ассоциация инженеров АВОК. Вентиляция. Отопление. Кондиционирование : Журнал по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике / Ассоциация инженеров АВОК .
2. Водоснабжение и санитарная техника : Ежемесячный научно-технический и производственный журнал / ГП «Союзводоканалпроект»,ФГУП ГНЦ РФ НИИ ВОД-ГЕО,ЦНИИИЭП инженерного оборудования, ГПНИИ САНТЕХНИИПРОЕКТ;МГП «Мосводоканал» .
3. Международная ассоциация "Союз дизайнеров". Архитектура. Строительство. Дизайн / МАСА.
4. Проект Россия : Российский строительный каталог.
5. Academia. Архитектура и строительство.

4.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

1. MS Office 2003/7
2. Windows XP/Vista/7 по программе MSDN AA
3. CorelDraw 13/14/15
4. Internet Explorer

Интернет-ресурсы:

1. Строительный портал, каталог строительных и отделочных услуг, материалов <http://publications.proektstroy.ru/>
2. Федеральный портал образовательных ресурсов <http://www.edu.ru/index.php>
3. Водоснабжение: Курс лекций <http://elib.ispu.ru/library/lessons/arsenov/>
4. Отопление и вентиляция жилого здания: Учебное пособие http://window.edu.ru/window/library?p_rid=71093

Справочные данные для проектирования

1П Климатические характеристики городов

Город	Глубина промерзания грунта, м	Годовая потребность в теплоте, Гкал/год	Средняя температура за отопительный период, °С	Скорость ветра, м/с	Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92
Волгоград	1,1	178	-2,2	8	-25
Воронеж	1,3	196	-3,1	5,7	-26
Екатеринбург	1,9	236	-6,8	5,2	-35
Калуга	1,3	210	-2,9	3,2	-27
Вятка	1,7	231	-5,4	5,4	-33
Москва	1,4	214	-3,1	4	-28
Пенза	1,5	207	-4,5	3,8	-29
С.-Петербург	1,2	220	-1,8	3	-26
Тамбов	1,4	201	-3,7	3	-28
Ульяновск	1,6	213	-5,7	5	-31
Уфа	1,8	212	-5,4	4,2	-31

2П Требуемые сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий

ГСО П, °С · сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м ² · °С/Вт		
	стен	перекрытий чердачных, над холодными подвалами и подпольями	окон и балконных дверей
2000	2,1	2,8	0,30
4000	2,8	3,7	0,45
6000	3,5	4,6	0,60
8000	4,2	5,5	0,70
10 000	4,9	6,4	0,75
12 000	5,6	7,3	0,80

3П Расчетные температуры и кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещение	Расчетная температура в помещении в холодный период года, °C	Объем или кратность воздухообмена для вытяжки за 1 ч, м ³ /ч
Жилая комната	18	3 на 1 м ³
То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) –31 °C и ниже	20	То же
Кухни	15	Не менее 60
Ванная	25	25
Уборная индивидуальная	16	25
Совмещенное помещение уборной и ванной	25	25
То же, с индивидуальным нагревателем	18	25
Лестничная клетка	12	–

4П Значения коэффициента n , принимаемого в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	n
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 строительной-климатической зоне	1
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающиеся с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
Перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,7 5
Перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
Перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

5П Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов

Заполнения светового проема	Число уплотненных притворов	Сопротивление воздухопроницанию $R_{\text{в}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$		
		пенополиуретана	губчатой резины	полуперстяного шнура
Одинарное остекление или двойное остекление в спаренных переплетах	1	0,26	0,16	0,12
Двойное остекление в раздельных переплетах	1	0,29	0,18	0,13
	2	0,38	0,26	0,18
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	1	0,30	0,18	0,14
	2	0,44	0,26	0,20
	3	0,56	0,37	0,27
Примечание: Сопротивление воздухопроницанию балконных дверей следует принимать с коэффициентом 0,8.				

6П Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей R_0 пр, $\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$

Заполнение световых проемов	$R_{0 \text{ пр}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}$
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
Двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	0,42
Тройное остекление в деревянных, раздельно-спаренных переплетах	0,55
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах:	
– из обычного стекла	0,36
– с твердым селективным покрытием внутреннего стекла	0,48
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,56
– с мягким селективным покрытием внутреннего стекла	0,52
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,62
– с теплым зеркалом	0,7
– то же с заполнением межстекольного	0,83

пространства аргоном	
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в отдельных деревянных переплетах окон	0,53
Трехслойные стеклопакеты в деревянных переплетах:	
– из обычного стекла	0,52
– с мягким селективным покрытием среднего стекла	0,72
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,86

7П Основные технические характеристики некоторых отопительных приборов

Наименование прибора, его тип и марка	Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$	Номинальная плотность теплового потока $q_{ном}, \text{Вт/м}^2$
Раднаторы чугунные секционные:		
МС-140-108	0,244	758
МС-140-98	0,240	725
МС-90-108	0,187	802
М-90	0,2	700
Раднаторы стальные панельные типа РСВ1		
однорядные:		
РСВ1-1	0,71	710
РСВ1-2	0,95	712
РСВ1-3	1,19	714
РСВ1-4	1,44	712
РСВ1-5	1,68	714
То же двухрядные:		
2РСВ1-1	1,42	615
2РСВ1-2	1,9	619
2РСВ1-3	2,38	620
2РСВ1-4	2,88	618
2РСВ1-5	3,36	620
Раднаторы стальные панельные типа РСГ2		
однорядные:		
РСГ2-1-2	0,54	741
РСГ2-1-3	0,74	747
РСГ2-1-4	0,95	743
РСГ2-1-5	1,19	740
РСГ2-1-6	1,44	733
РСГ2-1-7	1,68	733
РСГ2-1-8	1,93	728
РСГ2-1-9	2,17	729
То же двухрядные:		
РСГ2-2-4	1,08	1074
РСГ2-2-5	1,48	977
РСГ2-2-6	1,90	910
РСГ2-2-7	2,38	845

Продолжение табл. 7П2

Наименование прибора, его тип и марка	Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$	Номинальная плотность теплового потока $q_{\text{ном}}, \text{Вт/м}^2$
РСГ2-2-8	3,36	683
РСГ2-2-9	4,31	597
Конвекторы настенные с кожухом малой глубины типа "Универсал":		
КН20-0,400	0,952	420
КН20-0,479	1,140	420
КН20-0,655	1,830	357
КН20-0,787	2,200	358
КН20-0,918	2,570	357
КН20-1,049	2,940	357
КН20-1,180	3,300	358
КН20-1,311	3,370	389
КН20-1,442	4,039	357
КН20-1,573	4,410	357
КН20-1,704	4,773	357
КН20-1,835	5,140	357
КН20-1,966	5,508	357
Конвекторы без кожуха типа "Аккорд":		
КА-0,336	0,98	343
КА-0,448	1,3	345
КА-0,560	1,63	344
КА-0,672	1,96	343
КА-0,784	2,28	344
КА-0,896	2,61	343
КА-1,008	2,94	343
КА-1,120	3,26	344
К2А-0,621	1,95	318
К2А-0,823	2,60	317
К2А-1,030	3,25	317
К2А-1,237	3,90	317
К2А-1,445	4,56	317
К2А-1,646	5,19	317
К2А-1,854	5,85	317
К2А-2,061	6,50	317

1П Варианты исходных данных для проектирования

Наименование показателей	Значение по первой цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Район строительства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число этажей	4	5	3	5	4	5	3	3	4	5
Высота этажа, м	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,1	3,0
Высота подвала, м	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,2	2,1	2,3
Источник теплоснабжения	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ
Горячее водоснабжение: централизованной газонагревателями	– +	+ –	– +	+ –	– +	+ –	– +	+ –	– +	+ –
Разводка подающей магистрали	верх.	ниж.	верх.	ниж.	верх.	ниж.	верх.	ниж.	верх.	ниж.
Диаметр труб уличной сети, мм: водопровода канализации	200 250	250 300	300 250	150 200	150 250	200 250	250 300	300 350	250 300	300 350

Норма потребления в сутки, л/чел.	275	300	230	300	225	275	225	275	300	300
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Примечания: 1 Соответствие номера района строительства городу: 1 – Воронеж; 2 – Москва; 3 – Пенза;

4 – Ульяновск; 5 – Вятка; 6 – Уфа; 7 – Екатеринбург; 8 – С.-

Петербург; 9 – Волгоград; 0 – Тамбов;

2 ТЭЦ – теплоэлектроцентрали; РК – районная котельная; КвП – котельная в подвале здания.

2П Варианты исходных данных для проектирования

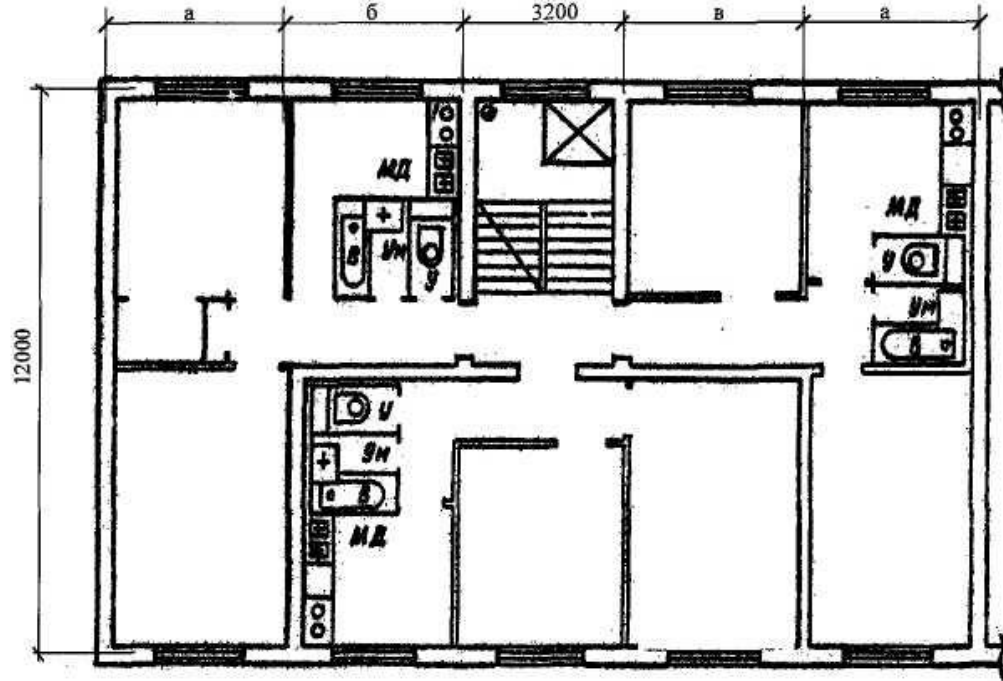
Наименование показателей	Значение по второй цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ориентация фасада здания	С	Ю	З	В	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	Ю	В
Отопительные приборы	РС	РП	КН	РС	РП	КН	РС	РП	КН	РС
Схема подключения отопительных приборов	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД

Номер варианта генплана (табл. 3П1)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Расстояние от красной линии до здания, м	12	11	10	9	8	11	13	14	10	12
Абсолютные отметки, м:										
поверхности земли у здания	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
пола первого этажа	10, 5	20,5	30,5	40,5	50,5	60,5	70,5	80,5	90,5	95,5
верха трубы уличного водопровода	7,6	17,5	27,7	37,4	47,3	57,2	67,1	77,0	86,9	91,8
лотка колодца уличной канализации	6,6	16,5	26,7	36,3	46,2	56,5	66,3	76,2	85,8	90,8
Гарантированный напор, м	28	32	25	30	25	29	26	30	33	36

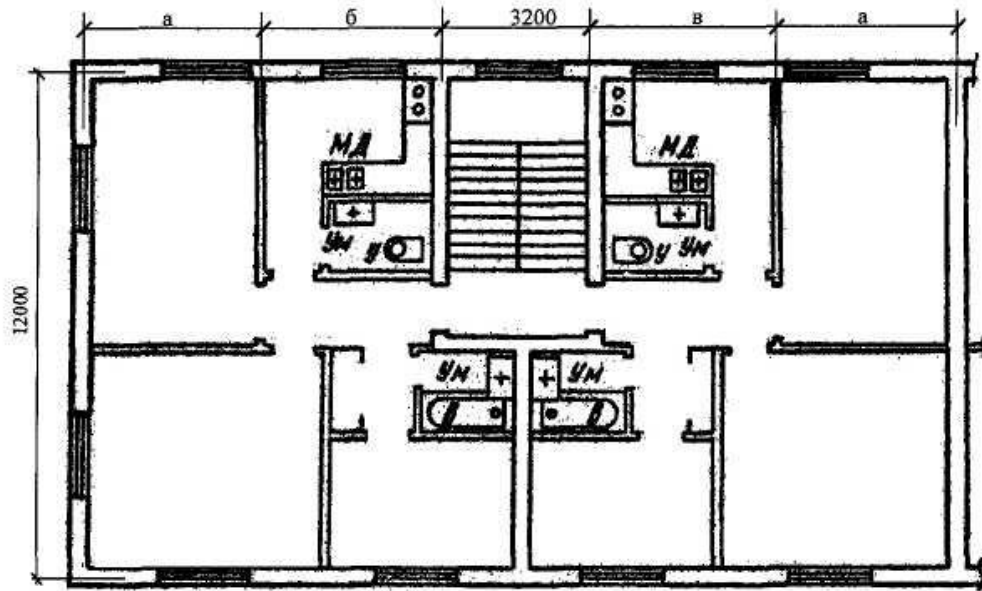
Примечание: 1 РС – радиатор секционный; РП – радиатор панельный; КН – конвектор;

2 ДВ – двухтрубная; ОД – однострунная.

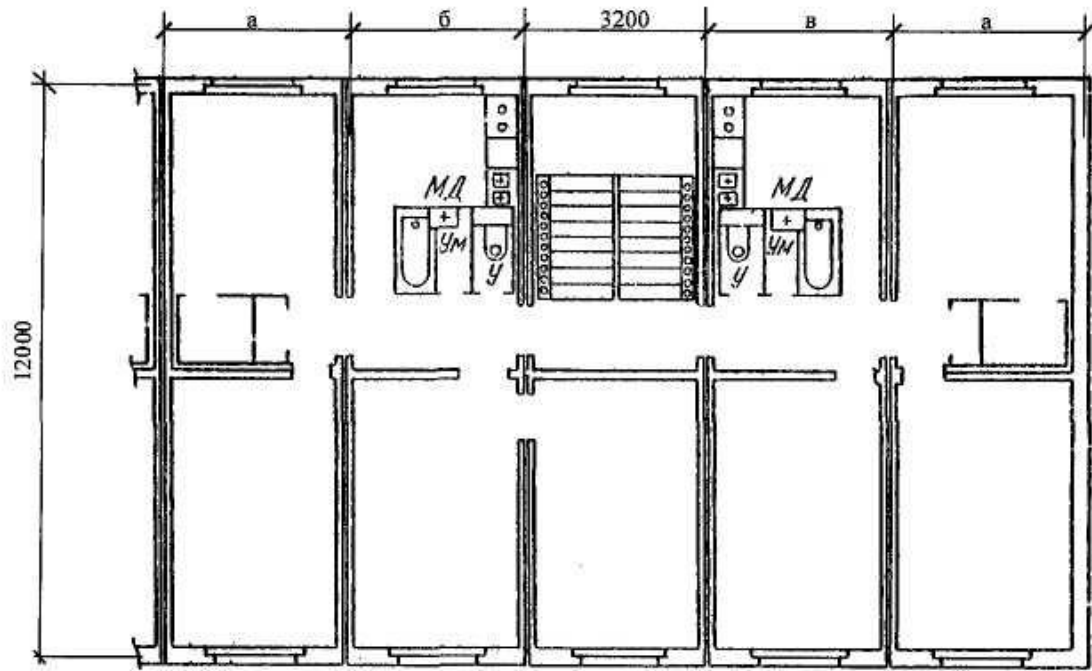
Планы типовых этажей



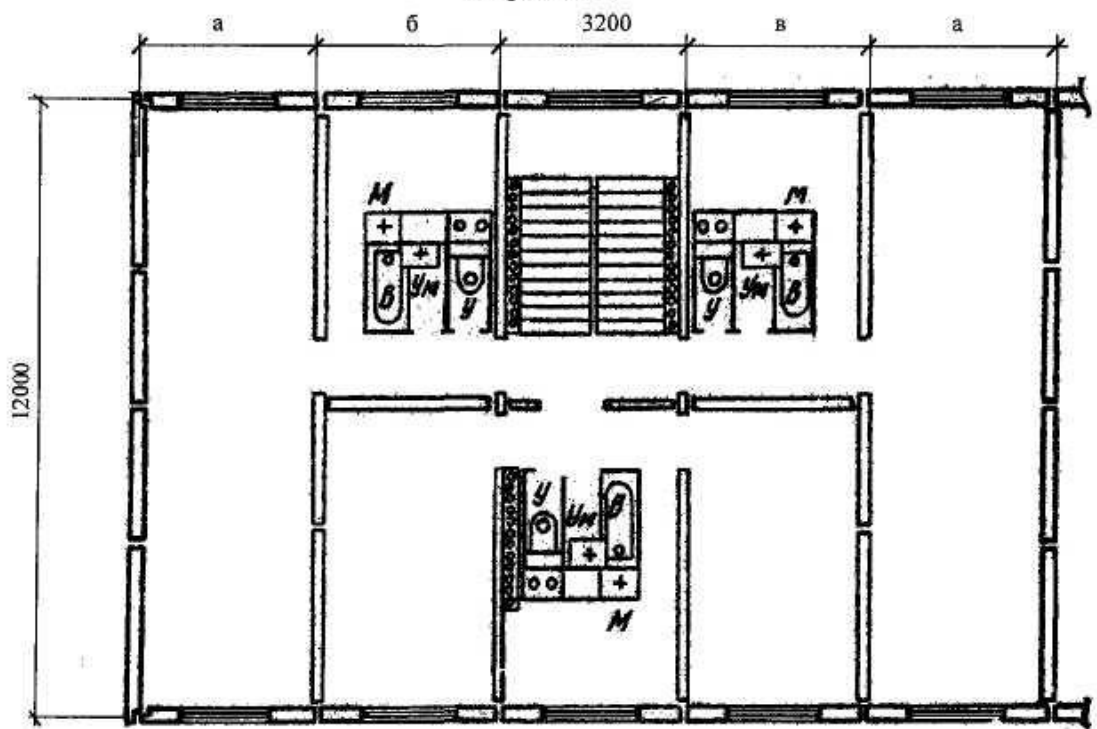
Вариант 1



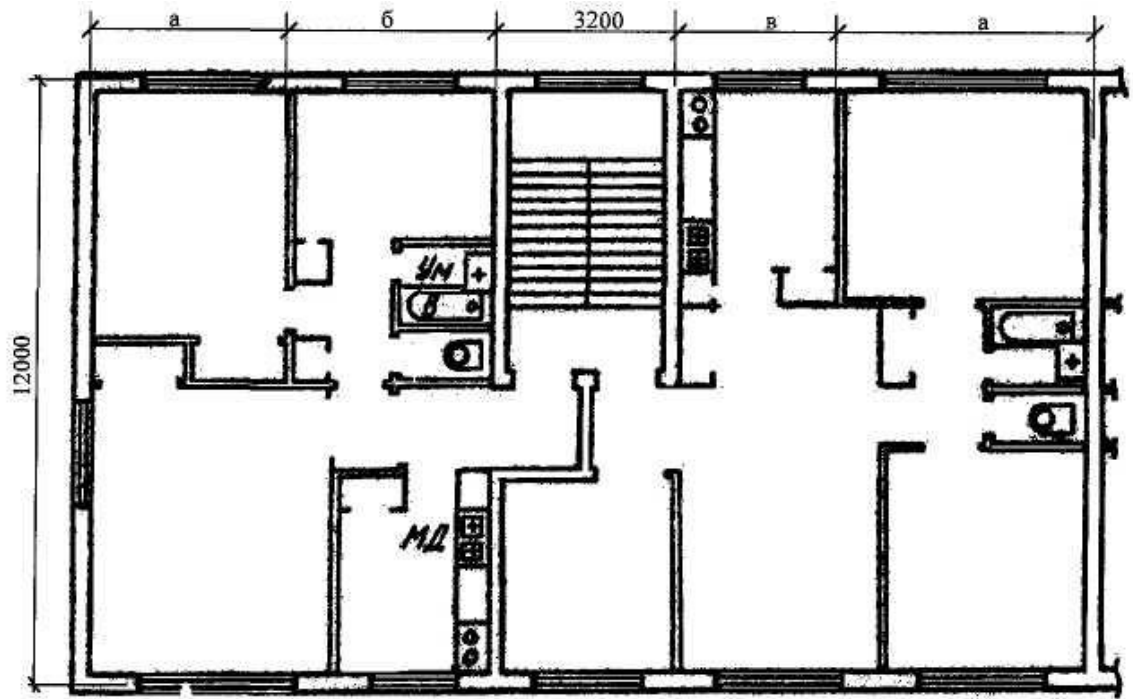
Вариант 2



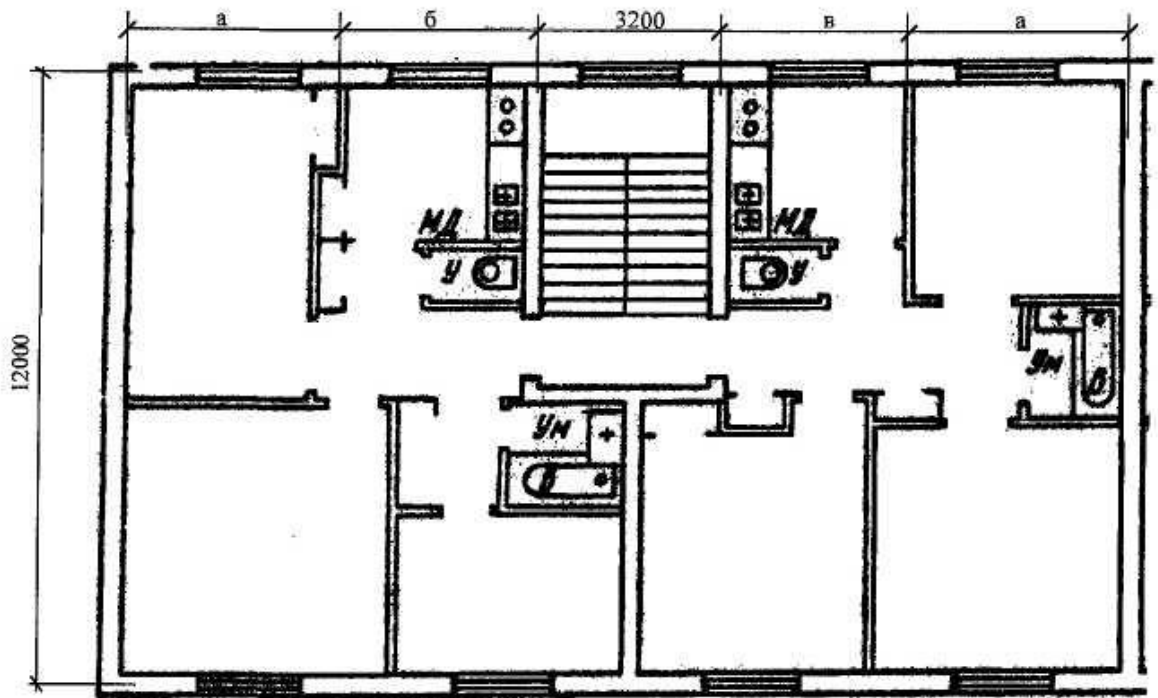
Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



Вариант 6

Варианты строительных размеров					
№ варианта	Строительные размеры по плану			Высота этажа в чистоте $h_{эт}, м$	Высота устья вентиляционной шахты над перекрытием чердака $h_{ш}, м$
	а	б	в		
1	4,5	3,4	3,0	2,5	2,5
2	4,3	3,2	2,9	2,6	3,0
3	4,1	3,0	2,8	2,7	2,6
4	3,9	2,8	2,7	2,8	3,1
5	3,7	3,5	2,6	2,9	2,7
6	3,5	3,3	2,5	3,0	3,2
7	4,6	3,1	3,0	2,5	2,3
8	4,4	3,4	2,9	2,6	3,3
9	4,2	3,2	2,8	2,7	2,9
10	4,0	3,0	2,7	2,8	3,4
11	3,8	2,8	2,6	2,9	3,0
12	3,6	3,5	2,5	3,0	3,5
13	4,5	3,3	3,0	2,5	2,5
14	4,3	3,1	2,9	2,6	3,0
15	4,1	3,4	2,8	2,7	2,6
16	3,9	3,2	2,7	2,8	3,1
17	3,7	3,0	2,6	2,9	2,7
18	3,5	3,5	2,5	3,0	3,2
19	4,6	3,0	3,0	2,5	2,8
20	4,4	3,2	2,9	2,6	3,1