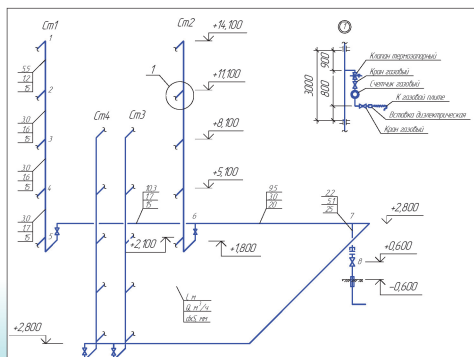
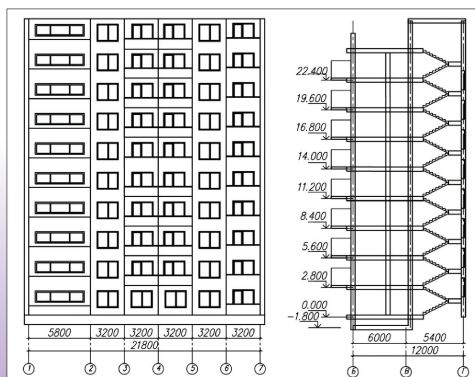


Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Архитектурно-строительный институт

Е.В. Чиркова

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Электронное  
учебно-методическое пособие



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2020

ISBN 978-5-8259-1490-9

УДК 696.2(075.8)

ББК 38.763я73

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Пензенского государственного университета

архитектуры и строительства *К.О. Чичиров*;

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Тольяттинского государственного университета *М.Н. Кучеренко*.

Чиркова, Е.В. Проектирование и гидравлический расчет газовых сетей. Выполнение курсовой работы : электронное учебно-методическое пособие / Е.В. Чиркова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1490-9.

В учебно-методическом пособии приведены указания по проектированию газораспределительной системы района города. Изложен порядок расчета годового потребления и часовых расходов газа равномерно распределенными и сосредоточенными потребителями. Представлена методика проектирования и гидравлического расчета газораспределительных сетей среднего и низкого давления. Даны рекомендации по проектированию и расчету внутреннего газопровода.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», всех форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; ПИИ 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2020

Редактор *Е.В. Пилясова*  
Корректор *Л.Н. Ворожцова*  
Технический редактор *Н.П. Крюкова*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 24.12.2019.

Объем издания 7,7 Мб.

Комплектация издания: компакт-диск,  
первичная упаковка.

Заказ № 1-72-19.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел. 8 (8482) 53-91-47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	5
I. УСЛОВИЯ ВЫБОРА ТЕМЫ И ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	6
II. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ, ОБЪЕМУ, СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	7
III. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	11
IV. ОПИСАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	38
V. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	39
Рекомендуемая литература .....	40
Приложение А .....	42
Приложение Б .....	47
Приложение В .....	66
Приложение Г .....	67
Приложение Д .....	72
Приложение Е.....	73
Приложение Ж .....	74

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью курсовой работы по дисциплине «Основы расчета газо-потребления» является закрепление теоретических знаний студентов по данной дисциплине и приобретение практических навыков проектирования газовых сетей.

При выполнении курсовой работы перед студентами ставятся следующие задачи:

- 1) научиться пользоваться нормативной и справочной литературой;
- 2) рассчитать годовые и часовые расходы газа потребителями;
- 3) выполнить трассировку газовых сетей низкого и среднего давления;
- 4) выполнить гидравлический расчет газовых сетей;
- 5) спроектировать и рассчитать внутренний газопровод в жилом доме.

Выполнение курсовой работы позволит студентам овладеть принципами проектирования газовых сетей и оборудования, научиться разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектные работы.

# **I. УСЛОВИЯ ВЫБОРА ТЕМЫ И ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

## **Исходные данные для проектирования**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание на выполнение курсовой работы по теме «Газоснабжение района города...», которое включает следующие исходные данные:

- название города;
- номер генплана района строительства (варианты генпланов приведены в прил. А);
- плотность населения в районе строительства;
- степень охвата газоснабжением бытовых потребителей;
- степень использования газа предприятиями и учреждениями коммунально-бытового сектора, мелкими отопительными установками;
- годовой расход газа промпредприятием;
- давление в точке подключения городской газовой сети к газораспределительной станции;
- расстояние от ГРС до городской газовой сети;
- ориентация по сторонам света ГРС относительно городской газовой сети;
- номер плана жилого дома (варианты планов приведены в прил. Б);
- номинальное давление газа перед приборами;
- низшая теплота сгорания газа;
- плотность газа.

## **Порядок выполнения курсовой работы**

Курсовая работа выполняется в следующем порядке: на основе задания на проектирование и данных из нормативной и справочной литературы осуществляется проектирование и расчет газовых сетей, оформляются пояснительная записка и рабочие чертежи.

## II. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ, ОБЪЕМУ, СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа включает пояснительную записку объемом не более 40 страниц без учета приложений и графическую часть на двух листах формата А1.

### Содержание курсовой работы

	стр.
Введение .....	2
1. Расчет потребления газа .....	3
1.1. Расчет площади жилой застройки и численности населения.....	
1.2. Расчет годового потребления газа на хозяйственно-бытовые и коммунально-бытовые нужды.....	
1.3. Расчет годового расхода газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий мелкими отопительными установками .....	
1.4. Расчет годового расхода газа на централизованное горячее водоснабжение от котельной.....	
1.5. Определение годового потребления газа районной котельной .....	
1.6. Расчет часовых расходов газа равномерно распределенными потребителями.....	
1.7. Расчет удельного часового расхода газа.....	
1.8. Расчет часовых расходов газа сосредоточенными потребителями сети низкого давления .....	
1.9. Расчет часовых расходов газа сосредоточенными потребителями сети среднего давления.....	
2. Гидравлический расчет сети среднего давления .....	
2.1. Определение оптимального числа ГРП .....	
2.2. Трассировка газораспределительной сети среднего давления .....	
2.3. Выполнение расчетной схемы сети среднего давления .....	
2.4. Вычисление среднего гидравлического уклона .....	

- 2.5. Подбор диаметров труб и определение потерь давления на участках сети среднего давления .....
- 3. Гидравлический расчет сети низкого давления .....
- 3.1. Определение расходов газа равномерно распределенными потребителями .....
- 3.2. Трассировка газораспределительной сети низкого давления .....
- 3.3. Расчет удельного путевого расхода газа в сети .....
- 3.4. Определение путевых, транзитных и расчетных расходов газа для всех участков .....
- 3.5. Вычисление среднего гидравлического уклона .....
- 3.6. Подбор диаметров труб и определение потерь давления на участках сети низкого давления .....
- 4. Проектирование и расчет внутреннего газопровода .....
- 4.1. Проектирование сети внутреннего газопровода .....
- 4.2. Гидравлический расчет внутренней газовой сети .....
- 4.2.1. Расчет часовых расходов газа на участках .....
- 4.2.2. Расчет гидростатического напора .....
- 4.2.3. Расчет среднего гидравлического уклона .....
- 4.2.4. Определение расчетных длин участков .....
- 4.2.5. Расчет потерь давления на участках .....
- Библиографический список .....

### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы**

Оформление пояснительной записки должно соответствовать ГОСТу [2].

В начале пояснительной записки помещаются выданное студенту задание, генплан и план жилого дома. В пояснительной записке представляются все необходимые расчеты с кратким изложением методики их выполнения.

Объем пояснительной записки должен составлять 25–30 страниц машинописного текста в текстовом редакторе Microsoft Word – Times New Roman Сур, размер шрифта (кегель) – 14, интервал –





Графическая часть должна включать:

- генплан проектируемого района города (М 1:5000) с нанесением газопроводов среднего и низкого давления;
- расчетные схемы газопроводов среднего и низкого давления с указанием расходов, длин расчетных участков и диаметров;
- план типового этажа газифицируемого здания;
- расчетную схему внутридомовой газовой сети;
- схему ввода газопровода в здание;
- схему присоединения газовой плиты к стояку.

### III. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В данном разделе приводятся методические указания к выполнению курсовой работы в соответствии с пунктами в содержании курсовой работы (раздел II).

#### ВВЕДЕНИЕ

Во введении дается краткая характеристика заданного района города, т. е. указывается рельеф и характер селитебной территории, расположение потребителей газа, плотность населения, приводятся краткие климатические данные города, вид используемого газа и его источник. Обосновывается принимаемая к проектированию система газораспределения с учетом перспективы развития.

#### 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА

##### 1.1. Расчет площади жилой застройки и численности населения

В площадь жилой (селитебной) застройки не входит территория парков, промпредприятия, хлебозавода, банно-прачечного комбината, больницы и котельной.

Нумеруются все жилые кварталы района города, вычисляется их площадь с точностью до 0,1 га. Определяется количество жителей в квартале с учетом заданной плотности населения:

$$N_{\text{кв}} = S_{\text{кв}} a, \quad (1.1)$$

где  $S_{\text{кв}}$  – площадь квартала, га;

$a$  – плотность населения, чел/га, принимается по заданию.

Пример оформления генплана района города приведен на рисунке 1.

Результаты расчета сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета численности населения

№ кв.	Площадь квартала $S_{\text{кв}}$ , га	Плотность населения $a$ , чел/га	Количество жителей в квартале, $N_{\text{кв}}$ , чел.
1	3,4	240	816
2	4,1		984
3	2,0		480
4	3,5		840

Продолжение табл. 1

№ кв.	Площадь квартала $S_{\text{кв}}$ , га	Плотность населения $a$ , чел/га	Количество жителей в квартале, $N_{\text{кв}}$ , чел.
5	3,7		888
6	2,9		696
7	3,6		864
8	3,2		768
9	3,8		912
10	3,9		936
11	3,4		816
12	1,6		384
13	1,8		432
			$N = 9820$

### 1.2. Расчет годового потребления газа на хозяйственно-бытовые и коммунально-бытовые нужды

Годовые расходы газа для жилых домов, предприятий бытового обслуживания населения, общественного питания, предприятий по производству хлеба и кондитерских изделий, а также для учреждений здравоохранения следует определять по нормам расхода теплоты, приведенным в таблице А.1 [6].

Годовой расход газа на хозяйственно-бытовые нужды  $Q_y^I$ , МДж, определяется по численности населения района и нормам газопотребления на одного человека:

$$Q_y^I = N \frac{\text{ОГС}}{100} H, \quad (1.2)$$

где  $N$  – численность населения, чел.;

ОГС – степень охвата газоснабжением, %;

$H$  – норма расхода теплоты, МДж.

Годовой расход газа на коммунально-бытовые нужды  $Q_y^{II}$ , МДж, определяется в зависимости от пропускной способности предприятия и норм расхода газа:

$$Q_y^{II} = M \frac{\text{ОГС}}{100} H, \quad (1.3)$$

где  $M$  – расчетный показатель, приведенный в приложении В.

Годовые расходы газа на нужды предприятий торговли, бытового обслуживания непроизводственного характера и т. п. принимаются в размере 5 % от суммарного расхода газа на жилые дома.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.

### 1.3. Расчет годового расхода газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий мелкими отопительными установками

Рассчитывается годовой расход теплоты на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий  $Q_y^{OB}$ , кДж/год, в целом для района города по формуле [4, с. 48]:

$$Q_y^{OB} = \left[ 24(1+k) \frac{t_B - t_{от}}{t_B - t_{p.o}} + zkk_1 \frac{t_B - t_{от}}{t_B - t_{p.в}} \right] \frac{qFn_o}{\eta_o}, \quad (1.4)$$

где  $t_B$  – температура внутреннего воздуха в зданиях, 20–21 °С;

$t_{от}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, принимаемая по СП [7];

$t_{p.o}$ ,  $t_{p.в}$  – расчетные температуры наружного воздуха для проектирования соответственно отопления и вентиляции, °С, принимаемые по СП [7];

$k$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий, 0,25;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий, 0,4;

$z$  – среднее число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток, 16;

$F$  – жилая площадь отапливаемых зданий, м<sup>2</sup> (норма жилой площади на человека составляет 12 м<sup>2</sup>);

$n_o$  – продолжительность отопительного периода, сут;

$\eta_o$  – КПД отопительной системы, 0,7...0,75;

$q$  – укрупненный показатель максимального часового расхода теплоты на отопление жилых зданий, кДж/(ч · м<sup>2</sup>), принимаемый по таблице 5.2 [4, с. 48].

Таблица 2 – Годовой расход газа на хозяйственно-бытовые и коммунально-бытовые нужды

Назначение расходуемого газа	Число единиц	Охват газо-снабжения, доли	Число единиц, использующих газ	Норма расхода газа на единицу, МДж/год	Годовой расход газа на район	
					МДж/год	м <sup>3</sup> /год
1. Жилые дома (I группа) Приготовление пищи при наличии газовых плит и ЦГВ Приготовление пищи и горячей воды при наличии только газовых плит Приготовление пищи и горячей воды при наличии газовых плит и водонагревателей	<i>N</i>					
	9820	0,50	4910	4100	$20,1 \cdot 10^6$	$0,55 \cdot 10^6$
	9820	0,05	490	6000	$2,9 \cdot 10^6$	$0,08 \cdot 10^6$
	9820	0,30	2945	10 000	$29,5 \cdot 10^6$	$0,80 \cdot 10^6$
Итого I группа:					$52,5 \cdot 10^6$	$1,43 \cdot 10^6$
2. Бытовые предприятия: прачечные бани	<i>M</i>					
	1178 510 640	0,5 0,5	589 255 320	18 800 40	$11,1 \cdot 10^6$ $10,2 \cdot 10^6$	$0,31 \cdot 10^6$ $0,28 \cdot 10^6$
3. Учреждения здравоохранения: больницы и родильные дома	118	1,0	118	12 400	$1,5 \cdot 10^6$	$0,04 \cdot 10^6$
4. Предприятия общественного питания	3 535 200	0,25	883 800	6,3	$5,6 \cdot 10^6$	$0,16 \cdot 10^6$
5. Хлебопекарные предприятия	2151	1,0	2151	5500	$11,8 \cdot 10^6$	$0,33 \cdot 10^6$
6. Предприятия торговли, бытового обслуживания населения и т. п.	5 % от суммарного расхода теплоты на жилые дома (позиция I)				$2,6 \cdot 10^6$	$0,07 \cdot 10^6$
Итого II группа:					$42,8 \cdot 10^6$	$1,19 \cdot 10^6$

**Примечание.** В таблице 2 приведен расчет, когда согласно заданию приготовление пищи с использованием газа производится в 85 % квартир. При этом ЦГВ имеют 50 %, а газовые водонагреватели – 30 % квартир. Следовательно, в 5 % квартир установлены только газовые плиты, при этом отсутствует ЦГВ и не имеется газовых водонагревателей. Низшая теплота сгорания природного газа принята  $Q_{\text{н}}^{\text{с}} = 36 \text{ МДж/м}^3$ .

С учетом степени использования газа (по заданию, *например* 0,18) определяется годовой расход теплоты и газа на отопление и вентиляцию мелкими отопительными установками  $Q_y^{MOY}$ . Остальная тепловая нагрузка приходится на районную котельную.

*Пример для г. Самары:*

$$Q_y^{OB} = \left[ 24(1 + 0,25) \frac{20 - (-5,2)}{20 - (-30)} + 16 \cdot 0,25 \cdot 0,4 \frac{20 - (-5,2)}{20 - (-30)} \right] \frac{628 \cdot (9820 \cdot 12) 203}{0,74} =$$

$$= 3,24 \cdot 10^{11} \text{ кДж/год} = 324 \cdot 10^6 \text{ МДж/год.}$$

$$Q_y^{OB} / Q_H^c = 324 \cdot 10^6 / 36 = 9 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_y^{MOY} = 0,18 \cdot 324 \cdot 10^6 = 58 \cdot 10^6 \text{ МДж.}$$

$$Q_y^{MOY} / Q_H^c = 58 \cdot 10^6 / 36 = 1,61 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

#### 1.4. Расчет годового расхода газа на централизованное горячее водоснабжение от котельной

Годовой расход газа на централизованное горячее водоснабжение от котельных  $Q_y^{GB}$ , кДж/год, определяется по формуле [4, с. 48]:

$$Q_y^{GB} = 24q_{GB}N' \left[ n_o + (350 - n_o) \frac{65 - t_{ХЛ}}{65 - t_{ХЗ}} \beta \right] \frac{1}{\eta_{GB}}, \quad (1.5)$$

где  $q_{GB}$  – укрупненный показатель среднечасового расхода теплоты на горячее водоснабжение, кДж/(ч · чел), принимаемый по таблице 5.3 [1, с. 48];

$$q_{GB} = 1570 \text{ кДж/(ч · чел);}$$

$N'$  – число жителей района, пользующихся горячим водоснабжением;

$t_{ХЗ}$ ,  $t_{ХЛ}$  – температуры водопроводной воды соответственно в отопительный и летний периоды, °С;

$$t_{ХЗ} = 5 \text{ °С}, t_{ХЛ} = 15 \text{ °С};$$

$\beta$  – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период, равный 0,8;

$\eta_{GB}$  – КПД котельной, принимаемый равным 0,8...0,85.

Полученные в результате расчетов расходы теплоты  $Q_y^{OB}$  и  $Q_y^{GB}$  перевести в м<sup>3</sup>/год газа.

Пример для г. Самары:

$$Q_y^{ГВ} = 24 \cdot 1570 \cdot 4910 \left[ 203 + (350 - 203) \frac{65 - 15}{65 - 5} 0,8 \right] \frac{1}{0,85} =$$
$$= 6,55 \cdot 10^{10} \text{ кДж/год} = 66 \cdot 10^6 \text{ МДж/год.}$$

$$Q_y^{ГВ} / Q_H^c = 66 \cdot 10^6 / 36 = 1,83 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

### 1.5. Определение годового потребления газа районной котельной

Тепловая нагрузка районной котельной складывается из нагрузки на отопление и вентиляцию (за вычетом нагрузки мелкими отопительными установками) и нагрузки на централизованное горячее водоснабжение:

$$Q_y^{\text{кот}} = Q_y^{\text{ОВ}} - Q_y^{\text{МОУ}} + Q_y^{\text{ГВ}}. \quad (1.6)$$

Пример:

$$Q_y^{\text{кот}} = 324 \cdot 10^6 - 58 \cdot 10^6 + 66 \cdot 10^6 = 332 \cdot 10^6 \text{ МДж/год.}$$

$$Q_y^{\text{кот}} / Q_H^c = 332 \cdot 10^6 / 36 = 9,22 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

### 1.6. Расчет часовых расходов газа равномерно распределенными потребителями

К равномерно распределенным потребителям относятся бытовые потребители (жилые дома), предприятия общественного питания, предприятия бытового обслуживания населения и мелкие отопительные установки. Годовые расходы газа принимаются из таблицы 2 и п. «Расчет годового расхода газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий мелкими отопительными установками».

Коэффициент часового максимума – величина, обратная числу часов использования максимума. Коэффициент часового максимума на хозяйственно-бытовые нужды в зависимости от численности населения района города принимается по таблице 2, а для предприятий – по таблице 3 [6]. Для предприятий торговли и бы-



тового обслуживания населения  $k_{\max}^h = 1/2000 \text{ ч}^{-1}$ , для категории отопления и вентиляции мелкими отопительными установками  $k_{\max}^h = 1/2500 \text{ ч}^{-1}$ .

Результаты расчета оформляются в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Расходы газа равномерно распределенными потребителями

№ п/п	Категория потребления газа	Годовой расход, м <sup>3</sup> /год	Коэффициент часового максимума, ч <sup>-1</sup>	Часовой расход, м <sup>3</sup> /ч
1	Бытовое (в зданиях)	$1,43 \cdot 10^6$	1/2200	650
2	Предприятия общественного питания	$0,16 \cdot 10^6$	1/2000	80
3	Предприятия торговли и бытового обслуживания	$0,07 \cdot 10^6$	1/2000	35
4	Отопление и вентиляция (мелкими отопительными установками)	$1,61 \cdot 10^6$	1/2500	644
Всего:		$3,27 \cdot 10^6$	Всего:	1409

### 1.7. Расчет удельного часового расхода газа

Удельный часовой расход газа равномерно распределенной нагрузкой  $e$ , м<sup>3</sup>/(ч · чел), на одного человека определяется по формуле

$$e = Q_d^h / N, \quad (1.7)$$

где  $Q_d^h$  – суммарный часовой расход газа равномерно распределенными потребителями, м<sup>3</sup>/ч;

$N$  – численность населения, чел.

*Пример:*

$$e = 1409 / 9820 = 0,143 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{чел}).$$

### 1.8. Расчет часовых расходов газа сосредоточенными потребителями сети низкого давления

К данным потребителям относится больница. Годовой расход газа больницей принимается из таблицы 2. Коэффициент часового максимума определяется по таблице 2 [1]. Результаты вносятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Расходы газа сосредоточенными потребителями низкого давления

№ п/п	Потребитель	Годовой расход, м <sup>3</sup> /год	Коэффициент часового максимума, ч <sup>-1</sup>	Часовой расход, м <sup>3</sup> /ч
1	Больница	0,04 · 10 <sup>6</sup>	1/2200	18

### 1.9. Расчет часовых расходов газа сосредоточенными потребителями сети среднего давления

К сети среднего давления присоединяются: промышленное предприятие, хлебозавод, банно-прачечный комбинат, районная котельная и газорегуляторный пункт (ГРП). Нагрузка промпредприятия принимается из задания. Через ГРП газ поступает в сеть низкого давления.

Коэффициент часового максимума для банно-прачечного комбината и хлебозавода принимается по таблице 3 [6], а для промпредприятия – в зависимости от отрасли промышленности (по заданию, *в примере для обувной фабрики*) по таблице 4 [6].

Для районной котельной коэффициент часового максимума определяется по формуле

$$k_{\max}^h = 1/m, \quad (1.8)$$

где  $m$  – число часов использования максимума, ч.

Для отопительных котельных число часов использования максимума вычисляется по формуле

$$m = 24n_o \frac{t_B - t_{ог.}}{t_B - t_{p.o}}. \quad (1.9)$$

Пример для г. Самары:

$$m = 24 \cdot 203 \frac{20 - (-5,2)}{20 - (-30)} = 2455 \text{ ч};$$

$$k_{\max}^h = 1/2455.$$

Результаты расчетов оформляются в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Часовые расходы газа потребителями среднего давления

№ п/п	Потребитель газа	Годовой расход		Коэффициент часового максимума, ч <sup>-1</sup>	Часовой расход, м <sup>3</sup> /ч
		МДж/год	м <sup>3</sup> /год		
1	Котельная	$332 \cdot 10^6$	$9,22 \cdot 10^6$	1/2455	3756
2	Предприятие	$200 \cdot 10^6$	$5,56 \cdot 10^6$	1/3500	1589
3	Хлебозавод	$11,8 \cdot 10^6$	$0,33 \cdot 10^6$	1/6000	55
4	Бани	$10,2 \cdot 10^6$	$0,28 \cdot 10^6$	1/2700	104
5	Прачечные	$11,1 \cdot 10^6$	$0,31 \cdot 10^6$	1/2900	107
6	ГРП (сеть низкого давления)	$119 \cdot 10^6$	$3,31 \cdot 10^6$	—	1427
Всего:		$684 \cdot 10^6$	$19,01 \cdot 10^6$	Всего:	7038

Общий расход газа на район города составляет:

годовой –  $19,01 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/год;

часовой – 7038 м<sup>3</sup>/ч.

## 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ

Наличие в районе города потребителей газа двух параметров (низкого и среднего давления) определяет необходимость выбора двухступенчатой системы газораспределения, так как она экономична, надежна и проста в эксплуатации [4]. Газопроводы среднего давления целесообразно проектировать в виде разветвленной тупиковой сети, поскольку количество потребителей невелико и тупиковая конфигурация сети обеспечит в данном случае достаточный уровень надежности работы сети.

### 2.1. Определение оптимального числа ГРП

Оптимальное число ГРП вычисляется по формуле

$$n = \frac{0,5 \cdot F}{R_{\text{опт}}^2}, \quad (2.1)$$

где  $F$  – газифицируемая площадь, включая площадь проездов, м<sup>2</sup>;  
 $R_{\text{опт}}$  – оптимальный радиус ГРП, м, определяемый по формуле [4, с. 218]:

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \cdot \frac{P^{0,388} \cdot \Delta p^{0,081}}{\varphi_1^{0,245} \cdot (a \cdot e)^{0,143}}, \quad (2.2)$$

где  $P$  – ориентировочная стоимость ГРП (10÷20 тыс. рублей);  
 $\Delta p$  – расчетный перепад давления в распределительной сети низкого давления:

$$\Delta p = 0,6 \cdot p_0, \quad (2.3)$$

$p_0$  – номинальное давление газа перед приборами (по заданию);  
 $\varphi_1$  – коэффициент плотности газовой сети,  $\varphi_1 = 0,0075 + 0,003(a/100)$ ;  
 $a$  – плотность населения, чел/га;  
 $e$  – удельный часовой расход газа на 1 человека, м<sup>3</sup>/(ч · чел).

Полученное число ГРП округляется до ближайшего целого. На генплане района города выбирается место расположения ГРП. Каждый ГРП должен размещаться примерно в центре района его действия и как можно ближе к центру нагрузки района.

Пример:

$$\varphi_1 = 0,0075 + 0,003 \cdot 240 / 100 = 0,0147 ;$$

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \cdot \frac{15000^{0,388} \cdot (0,6 \cdot 2000)^{0,081}}{0,0147^{0,245} \cdot (240 \cdot 0,143)^{0,143}} = 817 \text{ м};$$

$$n = \frac{0,5 \cdot 515200}{817^2} = 0,39 \approx 1.$$

## 2.2. Трассировка газораспределительной сети среднего давления

Трассу газопроводов среднего давления необходимо проложить от ГРС к потребителям кратчайшим путем, по возможности избегая жилой застройки (рисунк 1).

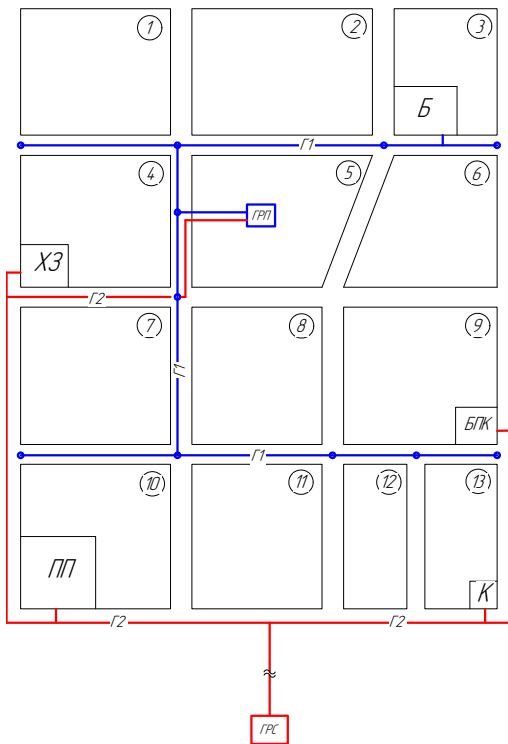


Рисунок 1 – Генплан жилого района: Г1 – газопровод низкого давления;  
Г2 – газопровод среднего давления

На территории поселений прокладка газопроводов предусматривается преимущественно подземной. При подземной прокладке газопроводов экономически целесообразным вариантом является применение полиэтиленовых труб, поскольку они не подвержены коррозии и их гидравлические характеристики со временем не ухудшаются.

### 2.3. Выполнение расчетной схемы сети среднего давления

Выбирается основное направление движения газа – путь движения газа от ГРС к наиболее удаленному и желательно наиболее нагруженному потребителю. Сеть разбивается на участки, начиная от ГРС. За участки принимаются отрезки газопровода с постоянным расходом газа. Участки нумеруются, определяется их фактическая и расчетная длина. Расчетная длина участков принимается на 10 % больше фактической для учета потерь давления в местных сопротивлениях. По принципу аддитивности определяются расчетные расходы газа в участках сети, исходя из величин расходов газа отдельными потребителями и ГРП (см. таблицы 3–5).

На расчетной схеме сети среднего давления для каждого участка с помощью выносных линий указываются его длина, расчетный расход и подобранный диаметр. Пример выполнения расчетной схемы сети среднего давления показан на рисунке 2.

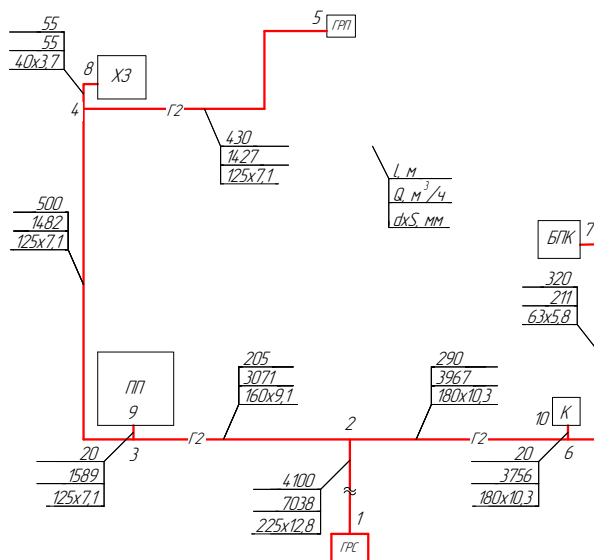


Рисунок 2 – Расчетная схема сети среднего давления

## 2.4. Вычисление среднего гидравлического уклона

Средний гидравлический уклон (удельное падение квадрата давления)  $A_{\text{ср}}$ ,  $\text{кПа}^2/\text{м}$ , вычисляется по формуле

$$A_{\text{ср}} = \frac{p_{\text{н}}^2 - p_{\text{к}}^2}{\sum l_{\text{п}}}, \quad (2.4)$$

где  $p_{\text{н}}$  – начальное давление газа на выходе из ГРС (принимается по заданию),  $\text{кПа}$ ;

$p_{\text{к}}$  – конечное давление газа, принимается на основании данных газоиспользующих установок и приборов, установленных у потребителей, в курсовой работе принимается равным  $220 \text{ кПа}$ .

$\sum l_{\text{п}}$  – сумма расчетных длин участков газопровода от ГРС до наиболее удаленного потребителя по основному направлению сети,  $\text{м}$ .

### *Пример*

Для основного направления газа:

$$A_{\text{ср}} = \frac{400^2 - 220^2}{5759} = 19,4 \text{ кПа}^2/\text{м}.$$

Средний гидравлический уклон газопроводов-ответвлений может иметь большую величину, поскольку их длина невелика. Поэтому при подборе диаметров ответвлений следует ориентироваться на величину гидравлического уклона в пределах  $5 \div 20 \text{ кПа}^2/\text{м}$ .

## 2.5. Подбор диаметров труб и определение потерь давления на участках сети среднего давления

Диаметры полиэтиленовых труб участков подбираются по номограмме (приложение Г) в зависимости от величины расчетного расхода газа и среднего гидравлического уклона либо рассчитываются по зависимостям, приведенным в [6].

Для принятых диаметров трубопроводов определяется фактический гидравлический уклон  $A$  и потери давления на участках  $\Delta p = A \cdot l$ . Конечное давление газа на участке вычисляется по формуле

$$p_{\text{к}} = \sqrt{p_{\text{н}}^2 - A \cdot l_{\text{п}}}. \quad (2.5)$$

Конечное давление предыдущего участка является начальным для следующего по пути движения газа. Если давление перед последним потребителем меньше или значительно больше необходимого ( $220 \text{ кПа}$ ), следует пересчитать какой-либо из участков, доби-

ваясь максимального приближения к заданной величине конечного давления.

Гидравлический расчет газопроводов-ответвлений осуществляется аналогично. За начальное давление в ответвлениях принимается давление в точке отбора газа из основного направления.

Результаты расчета сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Гидравлический расчет сети среднего давления

Но- мер участ- ка	Длина участка, м		Рас- четный расход, м <sup>3</sup> /ч	$A_{ср}$ , кПа <sup>2</sup> /м	Диаметр труб, мм	$A$ , кПа <sup>2</sup> /м	$A'_{р}$ , кПа <sup>2</sup>	Давление, кПа	
	факт.	расч.						$p_n$	$p_k$
1–2	4100	4510	7038	17,1	225×12,8	17,3	78023	400	286
2–3	205	226	3071	17,1	160×9,1	19,7	4452	286	278
3–4	500	550	1482	17,1	125×7,1	17,2	9460	278	260
4–5	430	473	1427	17,1	125×7,1	16,1	7615	260	245
2–6	290	319	3967	–	180×10,3	17,9	5710	286	276
6–7	320	352	211	–	63×5,8	20,6	7251	276	263
4–8	55	61	55	–	40×3,7	16,8	1025	260	258
3–9	20	22	1589	–	125×7,1	19,6	431	278	277
6–10	20	22	3756	–	180×10,3	16,2	356	276	275

**Примечание.** Подбор диаметров осуществлялся по зависимостям (3–10), приведенным в [6].



### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Газораспределительные сети тупиковой конфигурации по сравнению с кольцевыми менее металлоемкие и менее затратные при строительстве и эксплуатации, но уступают кольцевым по надежности газоснабжения. Поэтому тупиковые газопроводы, как правило, используют для подачи газа низкого давления в жилые микрорайоны. Гидравлический расчет газопроводов ведется с целью определения диаметров и потерь давления на его участках.

#### 3.1. Определение расходов газа равномерно распределенными потребителями

Расход газа равномерно распределенной нагрузкой  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч, является функцией плотности населения:

$$Q = S \cdot a \cdot e. \quad (3.1)$$

Расчет сводится в таблицу 7.

Таблица 7 – Расход газа равномерно распределенной нагрузкой

№ кв.	Площадь квартала $S_{\text{кв}}$ , га	Плотность населения $a$ , чел/га	Удельный часовой расход газа $e$ , м <sup>3</sup> /(ч · чел)	Расход газа $Q$ , м <sup>3</sup> /ч
1	3,4	240	0,143	117
2	4,1			141
3	1,8			62
4	3,6			124
5	3,6			124
6	3,0			103
7	3,7			127
8	3,2			110
9	3,8			130
10	3,9			134
11	3,4			117
12	1,6			55
13	1,9			65
				$\Sigma Q = 1409$ м <sup>3</sup> /ч

### 3.2. Трассировка газораспределительной сети низкого давления

На территории населенных пунктов распределительные газопроводы прокладываются, как правило, под землей по уличным проездам. Трассы газопроводов проектируют из условия минимальной их протяженности: газ от точки питания до потребителя должен проходить кратчайшим путем.

Подземные газопроводы, как правило, выполняются из полиэтиленовых труб.

Пример оформления расчетной схемы тупиковой сети низкого давления показан на рисунке 3.

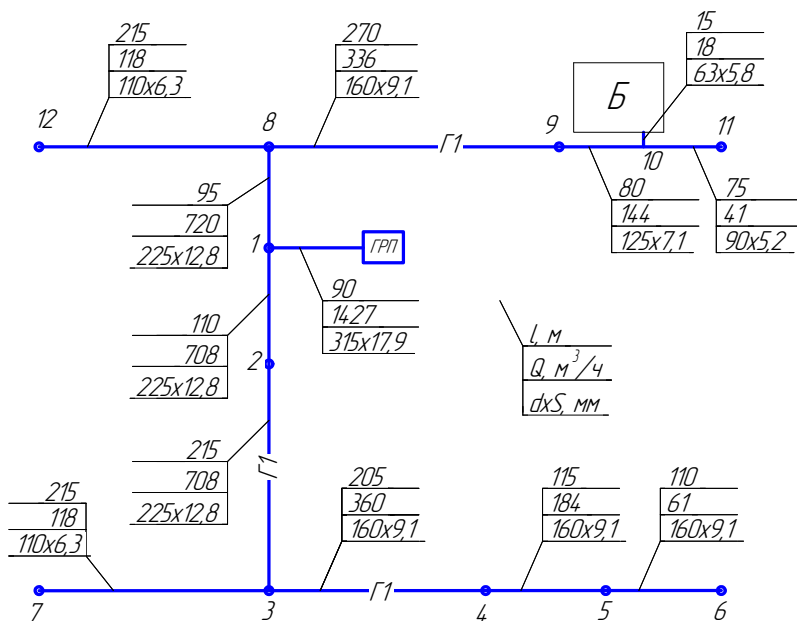


Рисунок 3 – Расчетная схема тупиковой сети  
низкого давления

### 3.3. Расчет удельного путевого расхода газа в сети

Удельный путь расход газа  $q$ ,  $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м})$ , приходящийся на 1 м газопровода, определяется по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{общ}}}{\sum l_i}, \quad (3.2)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общий расчетный часовой расход газа районом,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\sum l_i$  – суммарная длина газовой сети, м.

*Пример:*

$$q = \frac{1409}{1285} = 1,096 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}).$$

### 3.4. Определение путевых, транзитных и расчетных расходов газа для всех участков

Путевые расходы газа на участках определяются по формуле

$$Q_{\text{п}} = l_i q, \quad (3.3)$$

где  $l_i$  – длина участка, м.

Расчет оформляется в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Удельные путевые расходы

Номер участка	Длина участка $l$ , м	Удельный путь расход, $q$ , $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м})$	Путевой расход участка, $Q_{\text{п}}$ , $\text{м}^3/\text{ч}$
8–12	215	1,096	236
8–9	270		296
9–10	80		88
10–11	75		82
3–7	215		236
3–4	205		225
4–5	115		126
5–6	110		121
	$\sum l_i = 1285$ м		

Расчетный расход газа на участке  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/ч, равен

$$Q_p = Q_t + 0,5Q_n, \quad (3.4)$$

где  $Q_t$  – транзитный расход газа на участке, м<sup>3</sup>/ч.

Расчет оформляется в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Путьевые, транзитные и расчетные расходы газа

Номер участка	Длина участка $l$ , м	Расходы, м <sup>3</sup> /ч				Примечание
		$Q_n$	$0,5Q_n$	$Q_t$	$Q_p$	
1–2	110	–	–	708	708	
2–3	215	–	–	708	708	
3–4	205	225	113	247	360	
4–5	115	126	63	121	184	
5–6	110	121	61	–	61	
3–7	215	236	118	–	118	
1–8	95	–	–	702	720	+18 м <sup>3</sup> /ч
8–9	270	296	148	170	336	+18 м <sup>3</sup> /ч
9–10	80	88	44	82	144	+18 м <sup>3</sup> /ч
10–Б	15				18	
10–11	75	82	41	–	41	
8–12	215	236	118	–	118	
ГРП-1	90	–	–	1427	1427	

### 3.5. Вычисление среднего гидравлического уклона

Для основного направления движения газа (принимается от ГРП до наиболее удаленного и желательно наиболее нагруженного потребителя) средний гидравлический уклон определяется по формуле

$$R_{cp} = \frac{\Delta p_c}{\sum l_p}, \quad (3.5)$$

где  $\Delta p_c$  – расчетный перепад давления в сети, равный

$$\Delta p_c = 0,6p_0, \quad (3.6)$$

где  $p_0$  – номинальное давление газа перед приборами, принимаемое равным 2000 Па;

$\sum l_p$  – сумма расчетных длин участков основного направления, м.

*Пример:*

$$R_{\text{ср}} = \frac{1200}{931} = 1,29 \text{ Па/м.}$$

### 3.6. Подбор диаметров труб и определение потерь давления на участках сети низкого давления

На основании рассчитанного значения среднего гидравлического уклона и расчетных расходов газа на участках, по номограммам (приложение Г) подбираются диаметры газопроводов основного направления движения газа. Также подбор диаметров газопроводов может быть осуществлен по зависимостям, приведенным в [6]. Для принятых диаметров трубопроводов определяются фактический гидравлический уклон  $R$  и потери давления на участках  $\Delta p = Rl$ . Результаты расчета сводятся в таблицу 10.

Средний гидравлический уклон для остальных направлений определяется с учетом полученного давления в узлах разветвления сети (по результатам расчета основного направления) и известной величины давления в тупиковых точках ( $p_{\text{туп}} = p_{\text{ГРП}} - \Delta p_c$ ;  $p_{\text{туп}} = 3000 - 1200 = 1800$  Па, где  $p_{\text{ГРП}}$  – давление газа на выходе из ГРП):

$$A_{\text{ср}} = \frac{p_n - p_{\text{туп}}}{\sum l_{\text{р.напр}}}, \quad (3.7)$$

где  $p_n$  – начальное давление газа в рассчитываемом направлении, Па;

$p_{\text{туп}}$  – конечное давление газа в тупиковой точке, Па;

$\sum l_{\text{р.напр}}$  – сумма расчетных длин рассчитываемого направления, м.

*Пример:*

$$R_{\text{ср}}^{3-7} = \frac{2427 - 1800}{237} = 2,65 \text{ Па/м; } R_{\text{ср}}^{1-11} = \frac{2907 - 1800}{573} = 1,93 \text{ Па/м;}$$

$$R_{\text{ср}}^{8-12} = \frac{2762 - 1800}{237} = 4,06 \text{ Па/м; } R_{\text{ср}}^{10-Б} = \frac{2100 - 1800}{17} = 17,6 \text{ Па/м.}$$

Конечное давление на участке  $p_k$ , Па, определяется по формуле

$$p_k = p_n - Rl_p. \quad (3.8)$$

Таблица 10 – Гидравлический расчет тупиковой сети низкого давления

№ уч.	Длина участка, м		Расчетн. расход $Q_p$ , м <sup>3</sup> /ч	Средний гидравлич. уклон $R_{cp}$ , Па/м	Диаметр труб, $d_n \times S$ , мм	Фактич. гидравл. уклон $R$ , Па/м	Потери давления $R'_p$ , Па	Давление, Па	
	факт. $l_\phi$	расч. $l_p$						$p_n$	$p_k$
<i>Основное направление ГРП-6</i>									
ГРП-1	90	99	1427	1,29	315×17,9	0,94	93	3000	2907
1–2	110	121	708		225×12,8	1,34	162	2907	2745
2–3	215	237	708		225×12,8	1,34	318	2745	2427
3–4	205	226	360		160×9,1	2,06	466	2427	1961
4–5	115	127	184		160×9,1	0,64	81	1961	1880
5–6	110	121	61		160×9,1	0,09	11	1880	<b>1869</b>
		$\Sigma l_\phi = 931$							
<i>Направление 3–7</i>									
3–7	215	237	118	2,65	110×6,3	1,75	415	2427	<b>2012</b>
<i>Направление 1–11</i>									
1–8	95	105	720	1,93	225×12,8	1,38	145	2907	2762
8–9	270	297	336		160×9,1	1,83	544	2762	2218
9–10	80	88	144		125×7,1	1,34	118	2218	2100
10–11	75	83	41		90×5,2	0,72	60	2100	<b>2040</b>
		$\Sigma l_\phi = 573$							
<i>Направление 8–12</i>									
8–12	215	237	118	4,06	110×6,3	1,75	415	2762	<b>2347</b>
<i>Направление 10–Б</i>									
10–Б	15	17	18	17,6	63×5,8	1,35	23	2100	<b>2077</b>

**Примечание.** Подбор диаметров осуществлялся по зависимостям (4–10), приведенным в [6].

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕГО ГАЗОПРОВОДА

В жилые здания газ поступает из городской распределительной сети низкого давления.

Вводы газопроводов в здания следует предусматривать непосредственно в помещение, в котором установлено газоиспользующее оборудование [5]. В жилых домах вводы проектируются, как правило, в помещение кухни от фасадного газопровода, проложенного выше окон первого этажа и имеющего выход из земли на углу здания (рисунок 4).

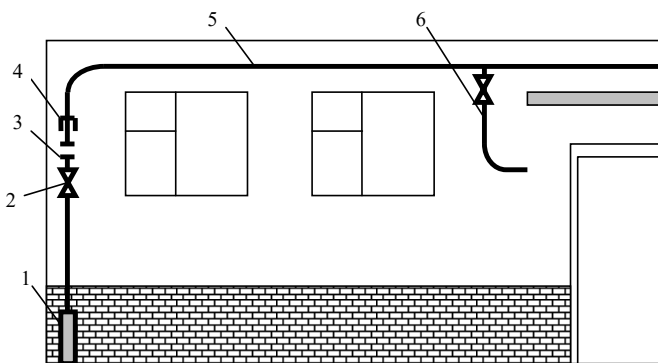


Рисунок 4 – Ввод от фасадного газопровода в здание:  
1 – футляр; 2 – запорное устройство; 3 – электроизолирующие фланцы;  
4 – сгон; 5 – газопровод; 6 – опуск

Надземный газопровод выполняется из стальных труб. Для соединения его с подземным полиэтиленовым газопроводом используется неразъемное соединение «полиэтилен – сталь». При выходе подземного газопровода из грунта устанавливается футляр, а затем запорное устройство, электроизолирующие фланцы и сгон.

Стояки (вертикальные газопроводы) прокладываются через кухни и размещаются обычно в углах помещения на расстоянии от поверхности стен, обеспечивающем проведение монтажных работ.

Отводы от стояков к приборам выполняются с применением опусков.

Внутренние газопроводы монтируются из стальных водогазопроводных труб. Присоединение к газопроводам бытовых газовых приборов допускается гибкими рукавами.

Отключающие устройства устанавливаются на вводе в здание, на подводках к стоякам, перед счетчиками и каждым прибором.

Газовые счетчики устанавливаются в каждой квартире на отводах от стояков. Установка счетчиков предусматривается исходя из условий удобства их монтажа, обслуживания и ремонта. Высота установки счетчиков, как правило, принимается 1,6 м от уровня пола помещения. Расстояние от места установки счетчика до бытовой газовой плиты и водонагревателя принимается на расстоянии (по радиусу) не менее 0,8 м [6].

Количество горелок плиты принимается исходя из заселенности квартиры (количества комнат). В однокомнатных квартирах следует устанавливать двухгорелочные плиты, в двухкомнатных – трехгорелочные, а в трехкомнатных и более – четырехгорелочные.

Плиты устанавливаются так, чтобы были удобными подход и обслуживание. Не следует допускать установку плит вблизи окна и стен, противоположных оконным проемам.

#### **4.1. Проектирование сети внутреннего газопровода**

На плане этажа указываются вводы газопровода в здание, места расположения плит и стояков. Стояки нумеруются. В соответствии с размерами на плане чертится аксонометрическая схема внутренней сети, на которой указываются отметки прокладки газопровода, длина, расчетный расход газа и условный диаметр труб участков расчетного направления.

Пример аксонометрической схемы внутреннего газопровода приведен на рисунке 5.



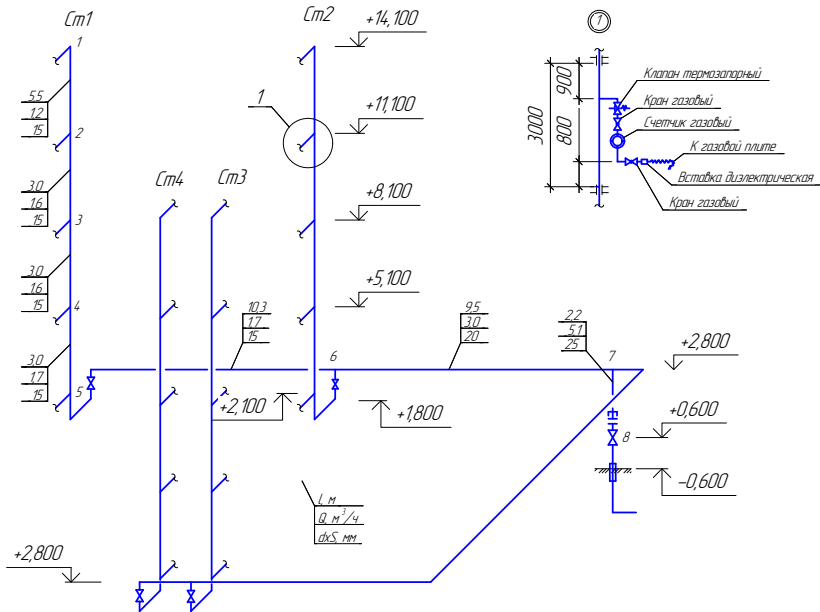


Рисунок 5 – Расчетная схема внутреннего газопровода

#### 4.2. Гидравлический расчет внутренней газовой сети

Гидравлический расчет внутренней сети производится для расчетного направления движения газа, за которое принимается направление движения газа от отключающего устройства на вводе в здание до прибора верхнего этажа наиболее удаленного и нагруженного стояка.

Цель расчета – подбор диаметров труб и определение потерь давления на участках расчетного направления. Суммарные потери давления на участках расчетного направления должны быть меньше допустимого падения (потерь) давления.

Диаметры труб аналогичных участков других стояков принимаются в соответствии с расчетным направлением.

#### 4.2.1. Расчет часовых расходов газа на участках

Часовые расходы газа определяются, начиная от верхнего прибора, по формуле

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \quad (4.1)$$

где  $K_{sim}$  – коэффициент одновременности, принимаемый для жилых домов по таблице 5 [6];

$q_{nom}$  – номинальный расход газа прибором или группой приборов,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$n_i$  – число однотипных приборов или групп приборов;

$m$  – число типов приборов или групп приборов.

Номинальный расход газа прибором определяется по формуле

$$q_{nom} = 3600 \frac{N}{Q_n^c}, \quad (4.2)$$

где  $Q_n^c$  – низшая теплота сгорания газа,  $\text{кДж}/\text{м}^3$ ;

$N$  – мощность прибора, принимается для плит: двухгорелочной – 7 кВт; трехгорелочной – 10 кВт; четырехгорелочной – 12 кВт; для проточного водоподогревателя – 20...25 кВт.

##### Пример

Примем, что по стоякам 1 и 2 газ подводится к четырехгорелочным плитам, а по стоякам 3 и 4 – к трехгорелочным.

Номинальный расход газа приборами определим по формуле (4.2):  
– для четырехгорелочной плиты:

$$q_{nom} = 3600 \frac{12}{36000} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

– для трехгорелочной плиты:

$$q_{nom} = 3600 \frac{10}{36000} = 1,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет часовых расходов газа на участках сводится в таблицу 11.

Таблица 11 – Расчет часовых расходов газа

№ уч.	Число приборов, $n$ , шт.	Тип плиты	Коэфф. однородности, $k_{sim}$	Номинальный расход газа, $q_{ном}$ , м <sup>3</sup> /ч	Расход газа, $Q_d^h$ , м <sup>3</sup> /ч	
1–2	1	4-горел.	1	1,2	1,2	
2–3	2	4-горел.	0,650	1,2	1,6	
3–4	3	4-горел.	0,450	1,2	1,6	
4–5	4	4-горел.	0,350	1,2	1,7	
5–6	5	4-горел.	0,290	1,2	1,7	
6–7	10	4-горел.	0,254	1,2	3,0	
7–8	20	10	4-горел.	1,2	5,1	2,8
		10	3-горел.	1,0		2,3

#### 4.2.2. Расчет гидростатического напора

Гидростатический напор  $H_g$ , Па, определяется по формуле

$$H_g = \pm 1 \cdot g \cdot h(\rho_a - \rho_0), \quad (4.3)$$

где  $h$  – разность абсолютных отметок подводки к прибору верхнего этажа и отключающего устройства на вводе в здание, м;

$\rho_a$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>; при нормальных условиях  $\rho_a = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_0$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>.

*Пример:*

$$H_g = 9,81 \cdot 12,2(1,29 - 0,73) = 67 \text{ Па.}$$

#### 4.2.3. Расчет среднего гидравлического уклона

Средний гидравлический уклон  $R_{cp}$ , Па/м, вычисляется по формуле

$$R_{cp} = \frac{\Delta p_{доп}}{1,3 \sum l_i} = \frac{\Delta p_{зд} \pm H_g - \Delta p_{пр} - \Delta p_{сч}}{1,3 \sum l_i}, \quad (4.4)$$

где  $\Delta p_{доп}$  – допустимое падение (потери) давления во внутренней сети;

$\Delta p_{пр}$  – падение (потери) давления во внутренней сети, при  $p_0 = 2$  кПа не должны превышать 500 Па;

$H_g$  – гидростатическое давление, Па;

$\Delta p_{сч}$  – падение (потери) давления в трубах и арматуре прибора (для плит – 50 Па, для водонагревателей – 100 Па);

$\Delta p_{\text{сч}}$  – падение (потери) давления в счетчике, принимается – 200 Па;  
 $\Sigma l_1$  – сумма действительных длин участков расчетного направления, м.

При использовании природного газа величина гидростатического напора прибавляется к величине допустимых потерь давления, так как природный газ легче воздуха.

По величинам  $Q_d^h$  и  $R_{\text{ср}}$  с помощью номограммы (приложение Д), таблиц, приведенных в [8], или по формулам, представленным в [6], подбираются диаметры труб для участков.

*Пример:*

$$R_{\text{ср}} = \frac{500 + 67 - 50 - 200}{1,3 \cdot 36,5} = 6,7 \text{ Па/м.}$$

#### **4.2.4. Определение расчетных длин участков**

Расчетные длины участков вычисляются по формуле

$$l = l_1 + \sum \xi \cdot ld, \quad (4.5)$$

где  $l_1$  – действительная длина участка, м;

$\Sigma \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений участка (принимаются по приложению Е);

$ld$  – эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м, потери давления на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента  $\xi = 1$ ; определяется по номограмме (приложение Ж) в зависимости от величины расхода газа и принятого диаметра труб.

#### **4.2.5. Расчет потерь давления на участках**

Потери давления на участках равны

$$\Delta p = RI, \quad (4.6)$$

где  $R$  – фактический гидравлический уклон участка, Па/м.

Величина суммарных потерь давления в расчетном направлении движения газа  $\Sigma RI$  сопоставляется с величиной допустимых потерь давления  $\Delta p_{\text{доп}}$ . Если  $\Sigma RI > \Delta p_{\text{доп}}$ , то находится участок с наибольшими потерями давления и увеличивается диаметр трубы, принятый в ходе предыдущего расчета.

Если  $\Sigma RI < \Delta p_{\text{доп}}$ , то расчет считается окончанным.

Результаты расчета оформляются в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Гидравлический расчет внутренней газовой сети

№ уч.	$l_1$ , м	$Q_d^h$ , мм	$d_p$ , мм	Местные сопротивления и их коэффициенты	$\sum \xi$	$ld$ , м	$\sum \xi \cdot ld$ , м	$l$ , м	$R$ , Па/м	$Rl$ , Па
1-2	5,5	1,2	15	Отвод 90° – $0,3 \cdot 4 = 1,2$ Кран шаровой – $0,26 \cdot 2 = 0,52$ Клапан термозапорный – 1,0 Тройник проходной – 1,0	3,72	0,46	1,71	7,21	2,33	17
2-3	3,0	1,6	15	Тройник проходной – 1,0	1,0	0,46	0,46	3,46	4,16	14
3-4	3,0	1,6	15	Тройник проходной – 1,0	1,0	0,46	0,46	3,46	4,16	14
4-5	3,0	1,7	15	Тройник проходной – 1,0	1,0	0,45	0,45	3,45	4,80	17
5-6	10,3	1,7	15	Отвод 90° – $0,3 \cdot 3 = 0,9$ Тройник проходной – 1,0 Кран шаровой – 0,26	2,16	0,45	0,97	11,27	4,80	54
6-7	9,5	3,0	20	Тройник поворотный – 1,5	1,5	0,56	0,84	10,34	3,64	38
7-8	2,2	5,1	25	Кран шаровой – 0,1	0,1	0,71	0,07	2,27	3,11	7
	$\sum l = 36,5$									$\sum Rl = 161$

$\Delta p_{\text{доп}} = 500 + 67 - 50 - 200 = 317$  Па. Расчет окончен, так как  $\sum Rl < \Delta p_{\text{доп}}$ : 161 Па < 317 Па.

**Примечание.** Подбор диаметров осуществлялся по зависимостям (4–12), приведенным в [6].

#### **IV. ОПИСАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Выполненная в полном объеме курсовая работа сдается на проверку. В случае наличия в ней ошибок и недочетов курсовая работа возвращается на доработку. После исправления замечаний студент защищает свою работу.

Защита курсовой работы предполагает выступление студента с докладом по теме работы, в котором он кратко описывает и обосновывает принятые им проектные решения, перечисляет проведенные расчеты.

## **V. КРИТЕРИИ И НОРМЫ ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если текстовая часть работы выполнена верно и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТов, графическая часть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТов, ЕСКД, СПДС; доклад охватывает все разделы проекта, даются обоснование принятых решений и полные, развернутые ответы на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если текстовая часть работы выполнена верно и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТов; графическая часть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТов, ЕСКД, СПДС; доклад охватывает не все разделы проекта, обоснованы не все принятые решения, даются неполные ответы на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если текстовая часть выполнена с ошибками в расчетах, оформлена с отклонениями от требований ГОСТов; графическая часть выполнена с нарушениями требований ГОСТов, ЕСКД, СПДС; доклад не полностью раскрывает содержание разделов проекта, не все принятые решения обоснованы, даются неполные ответы на поставленные вопросы.

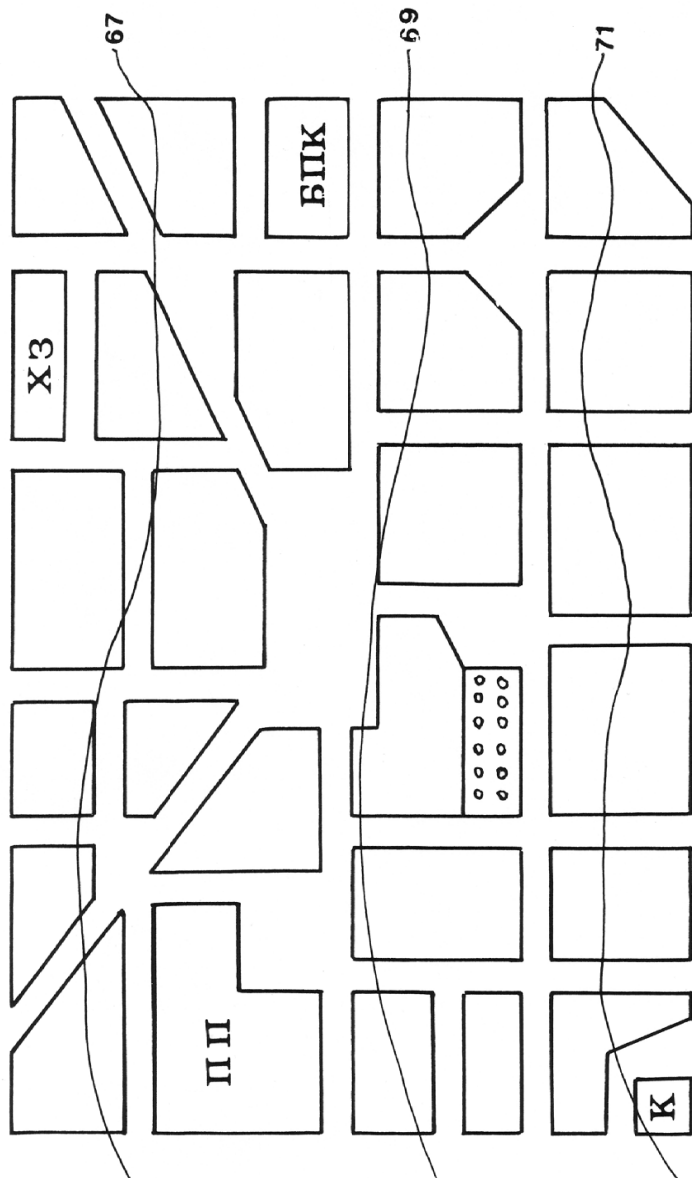
Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если текстовая часть выполнена с грубыми ошибками в расчетах, оформлена без учета требований ГОСТов; графическая часть выполнена не в полном объеме и/или с нарушениями требований ГОСТов, ЕСКД, СПДС; доклад не раскрывает содержания разделов проекта, принятые решения не обоснованы, ответы на поставленные вопросы неверны или не даны.

## Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 21.610–85\*. Система проектной документации для строительства (СПДС). Газоснабжение. Наружные газопроводы. Рабочие чертежи : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 14.11.1985 № 195 : введен впервые : дата введения 1986-07-01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с. – Текст : непосредственный.
2. ГОСТ 2.105–95. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 8 августа 1995 г. № 426 : взамен ГОСТ 2.105–79, ГОСТ 2.906–71 : дата введения 1996-07-01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 26 с. – Текст : непосредственный.
3. ГОСТ 21.609–2014. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации внутренних систем газоснабжения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2014 г. № 2030-ст : взамен ГОСТ 21.609–83 : дата введения 2015-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 18 с. – Текст : непосредственный.
4. Ионин, А.А. Газоснабжение : учебник для вузов / А.А. Ионин. – Москва : Стройиздат, 1989. – 439 с. – ISBN 5-274-00006-1. – Текст : непосредственный.
5. СП 62.13330.2011\*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Текст : электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084535> (дата обращения: 11.03.2019).
6. СП 42-101–2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. – Текст : электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032042> (дата обращения: 27.03.2019).

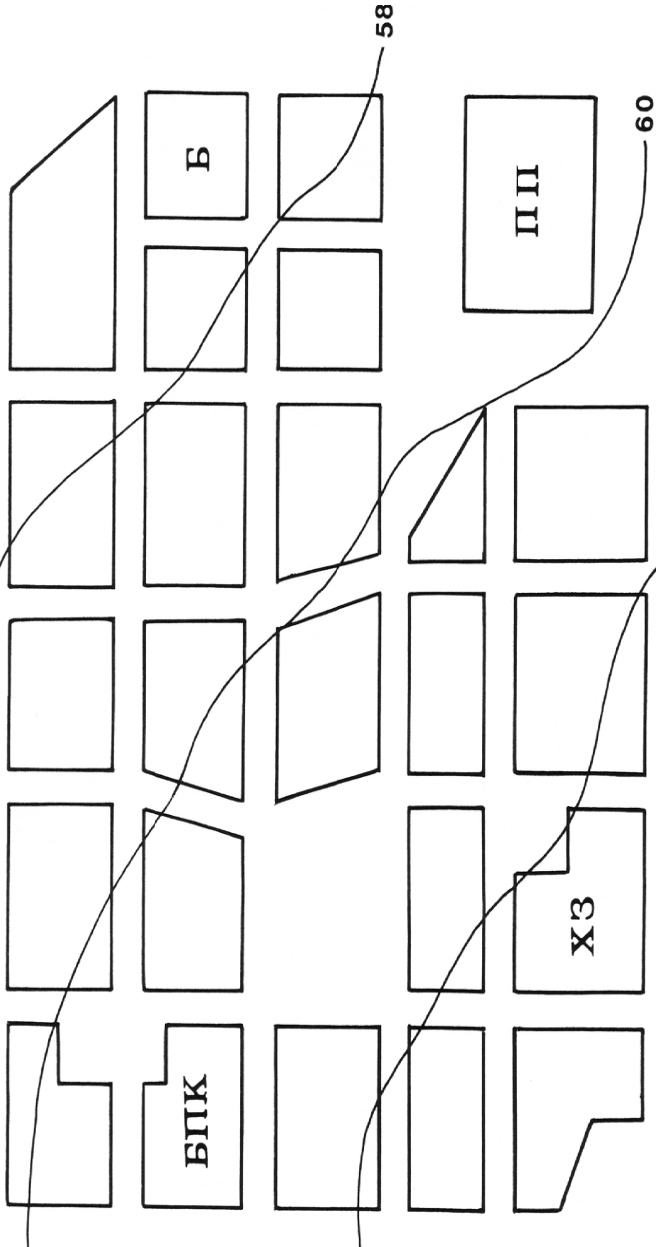


7. СП 131.13330.2018. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Текст : электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения: 05.05.2019).
8. Стаскевич, Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигдорчик. – Ленинград : Недра, 1990. – 762 с. – ISBN 5-247-01630-0. – Текст : непосредственный.



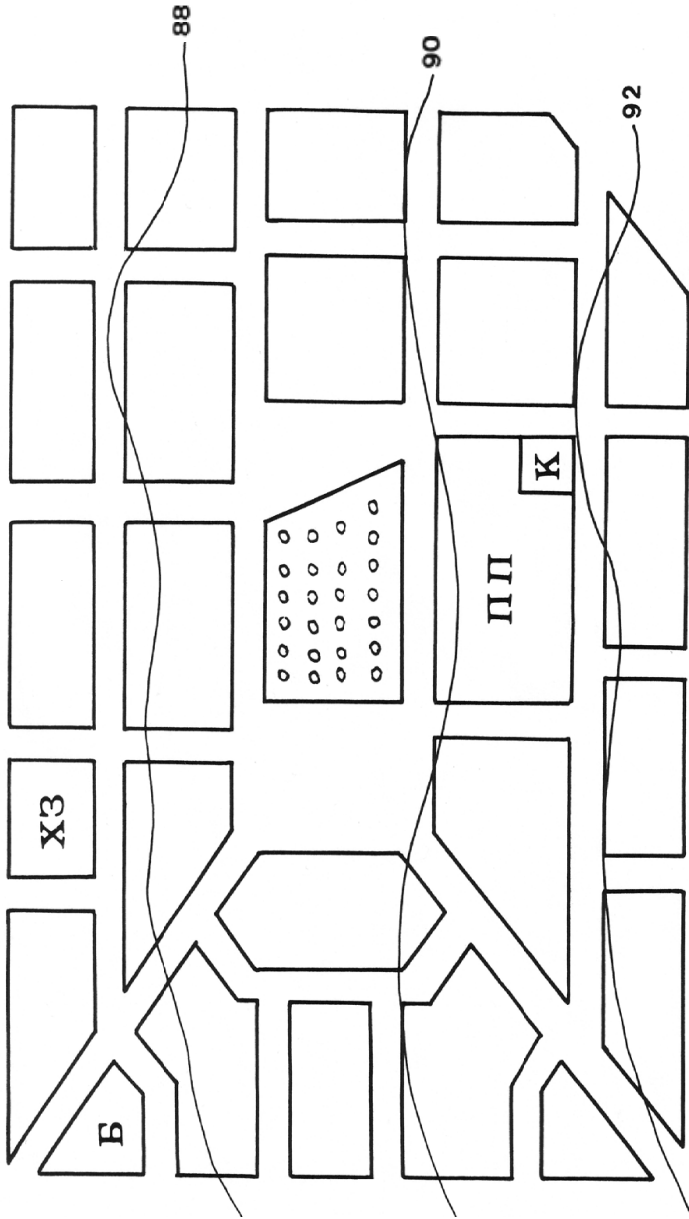
Б – больница; БПК – банно-прачечный комбинат; К – котельная;  
ПП – промпредприятие; ХЗ – хлебозавод

Генплан № 2 М 1:5000



Б – больница; БПК – банно-прачечный комбинат; К – котельная;  
ПП – промпредприятие; ХЗ – хлебозавод

Генплан № 3 М 1:5000

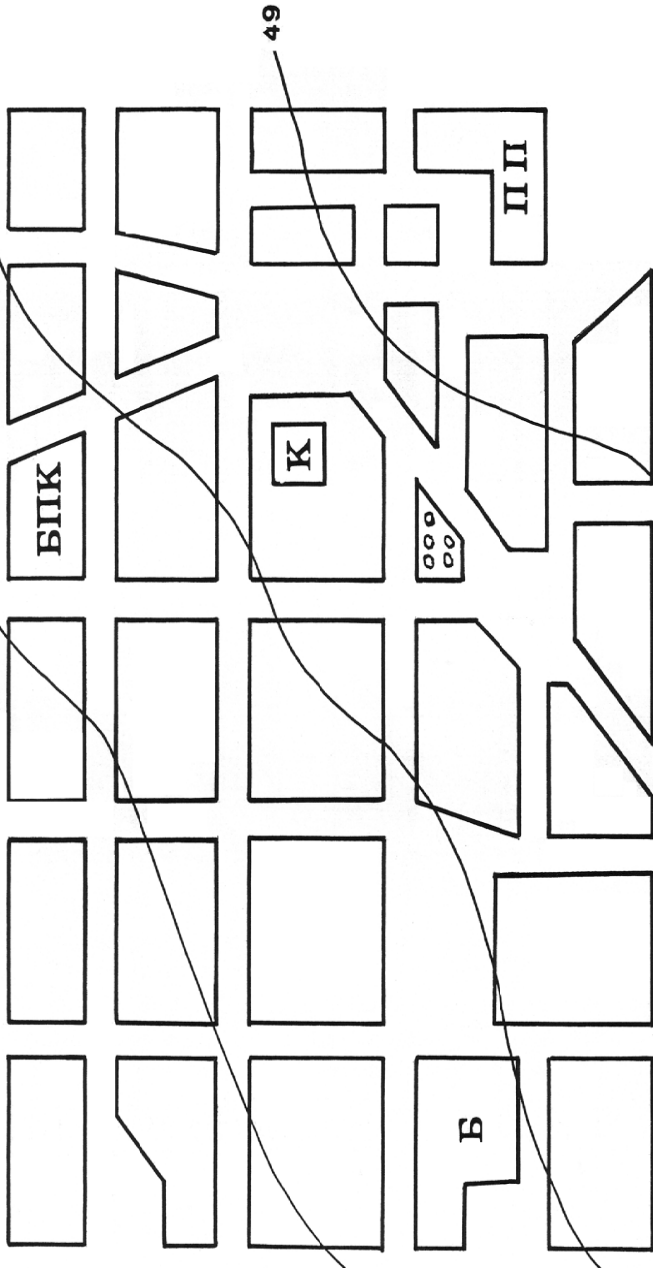


Б – больница; БПК – банно-прачечный комбинат; К – котельная;  
ПП – промпредприятие; ХЗ – хлебозавод

Генплан № 4 М 1:5000

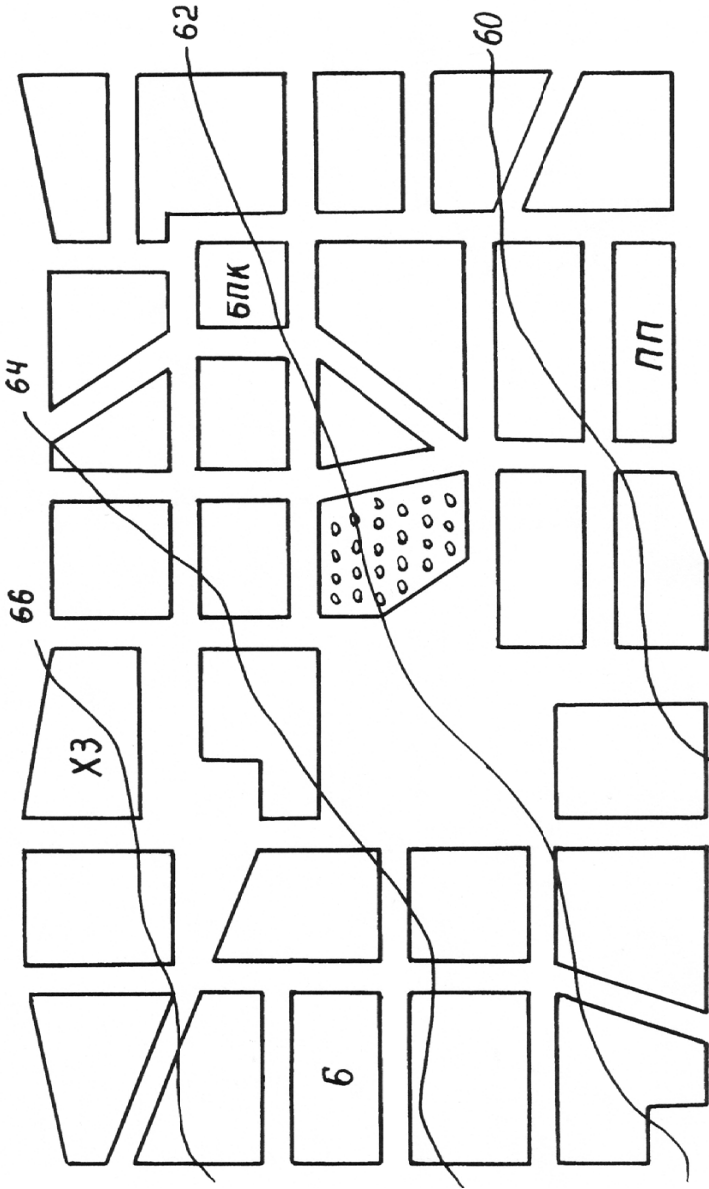
4.5

4.7



Б – больница; БПК – банно-печечный комбинат; К – котельная;  
ПП – промпредприятие; ХЗ – хлебозавод

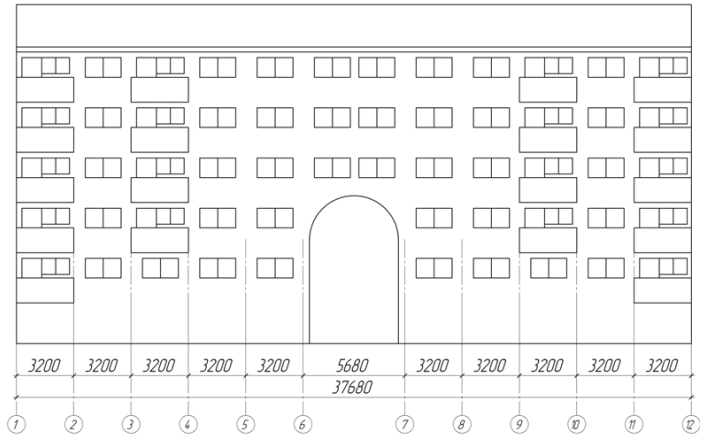
Генплан № 5 М 1:5000



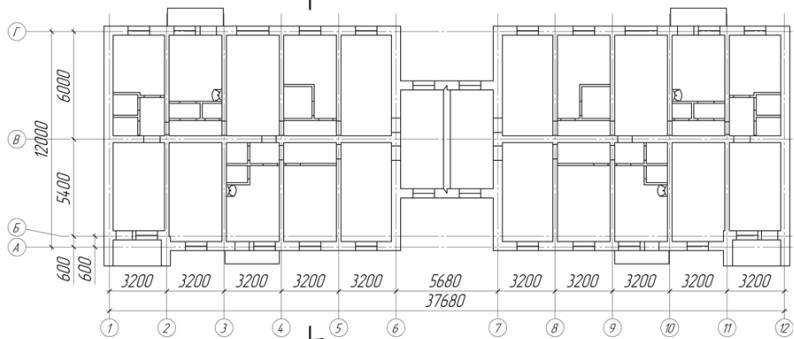
Б – больница; БПК – банно-прачечный комбинат; К – котельная;  
ПП – промпредприятие; X3 – хлебозавод

Вариант 1

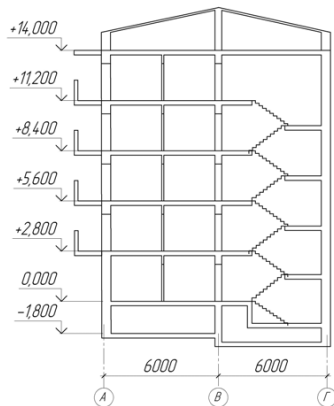
Фасад 1-12



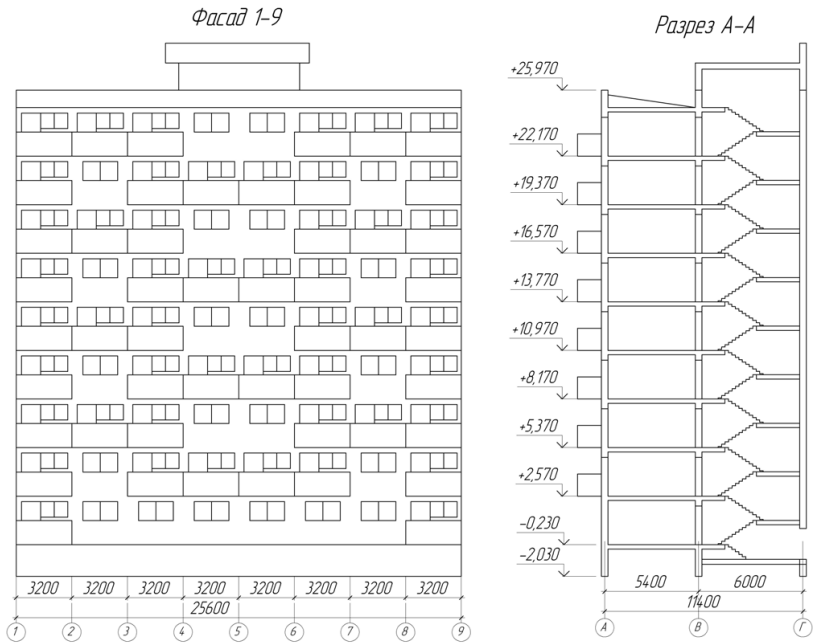
План типового этажа



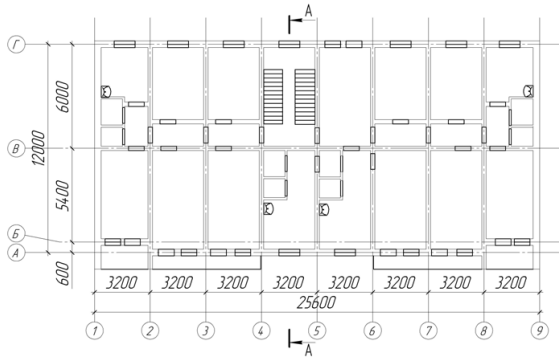
Разрез А-А



## Вариант 2



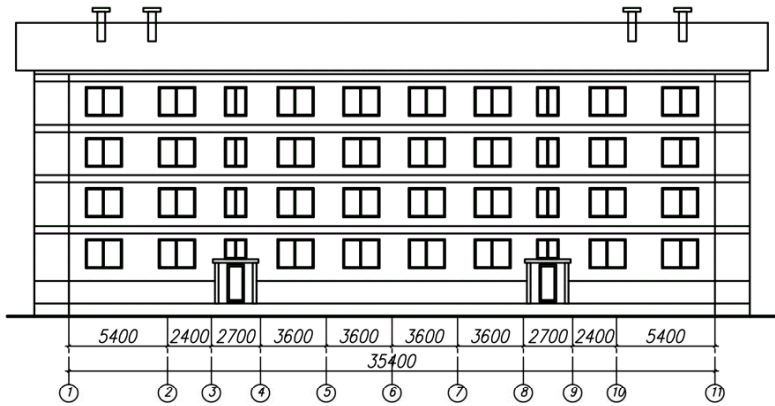
*План типового этажа*



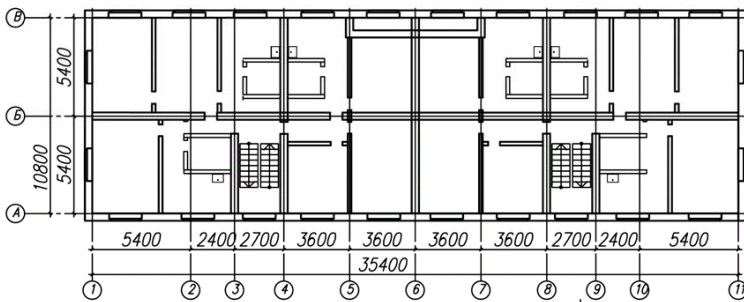


Вариант 3

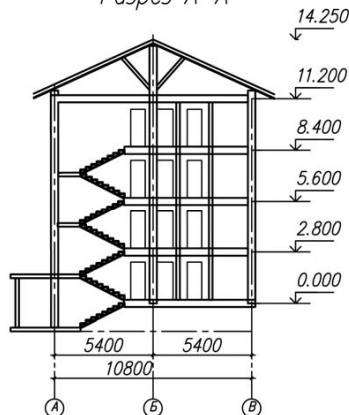
Фасад 1-11



План типового этажа



Разрез А-А

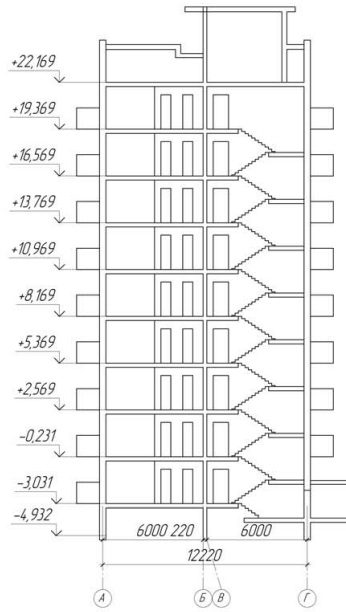


# Вариант 4

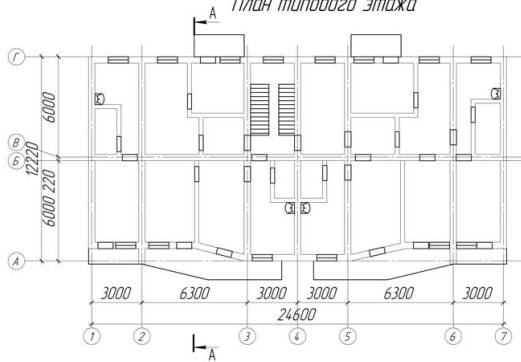
Фасад 1-7



Разрез А-А

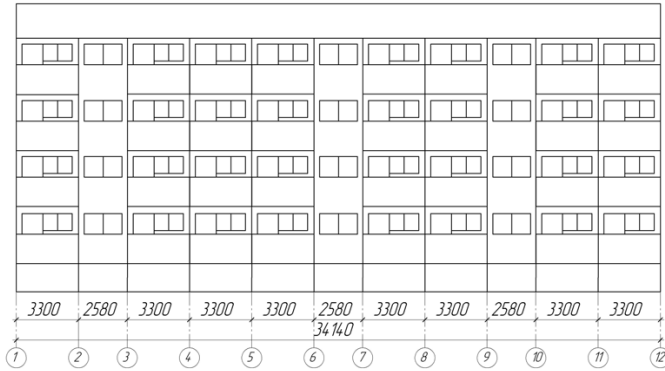


План типового этажа

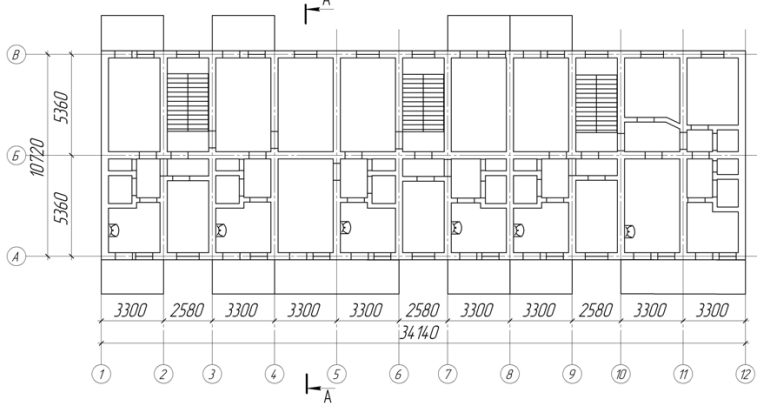


# Вариант 5

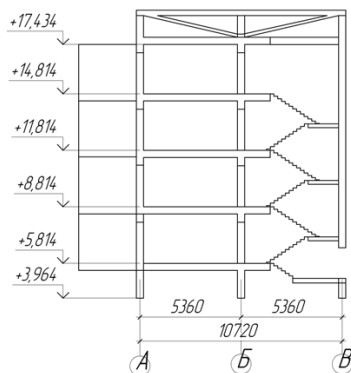
## Фасад 1-12



### План типового этажа



### Разрез А-А

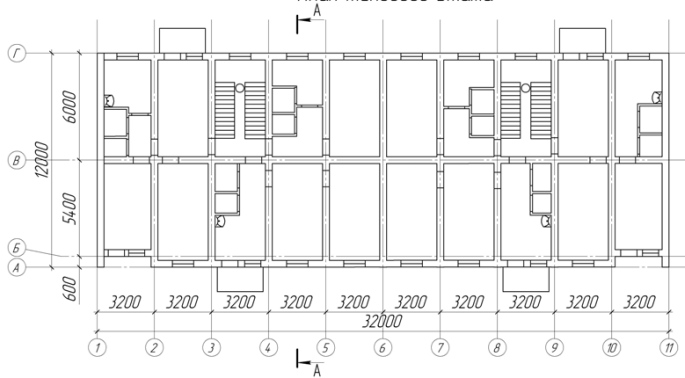


# Вариант 6

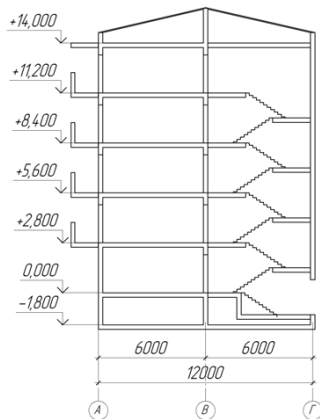
## Фасад 1-11



План типового этажа

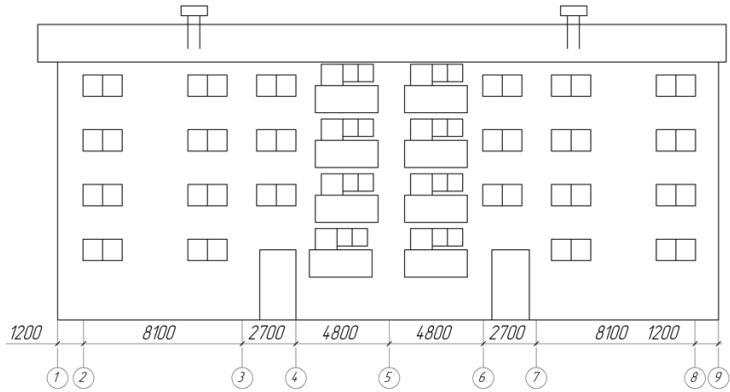


Разрез А-А

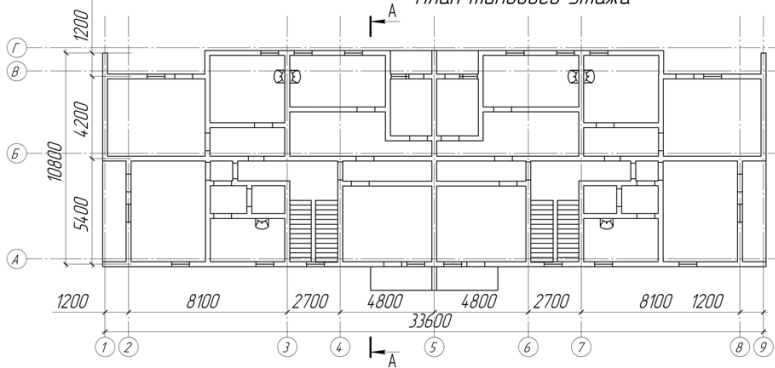


Вариант 7

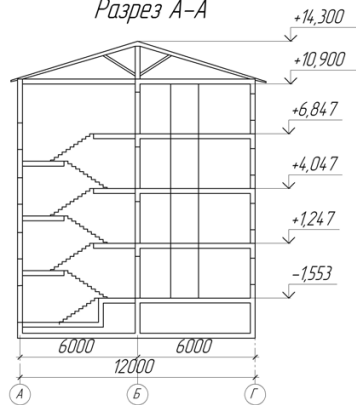
Фасад 1-9



План типового этажа

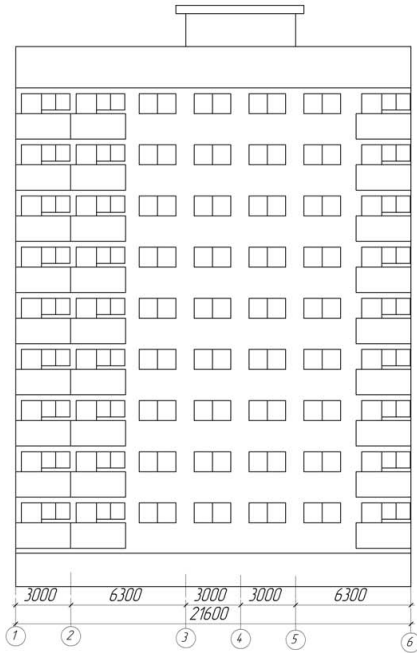


Разрез А-А

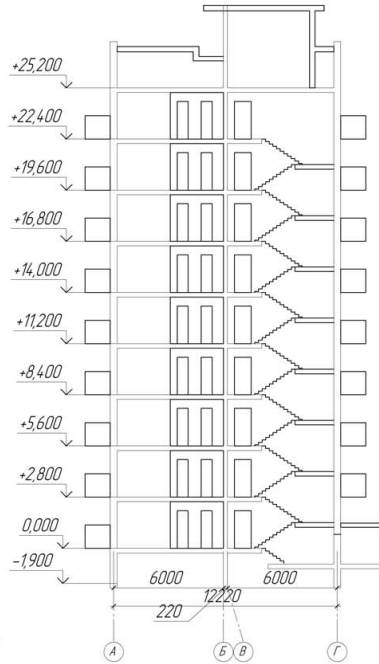


# Вариант 8

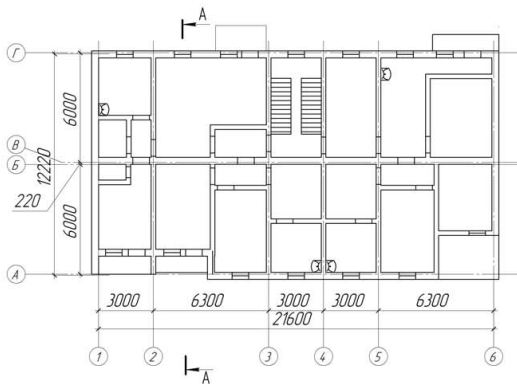
Фасад 1-6



Разрез А-А

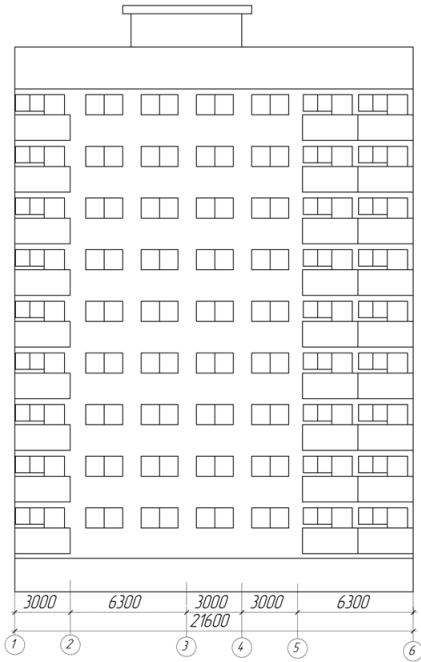


План типового этажа

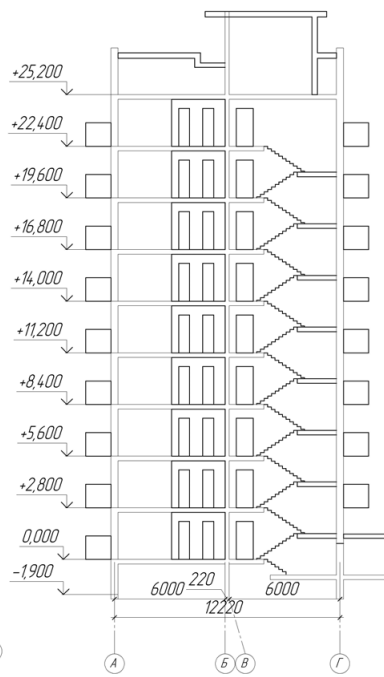


# Вариант 9

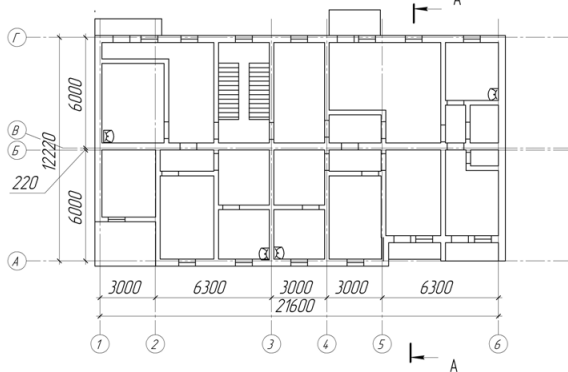
Фасад 1-6



Разрез А-А

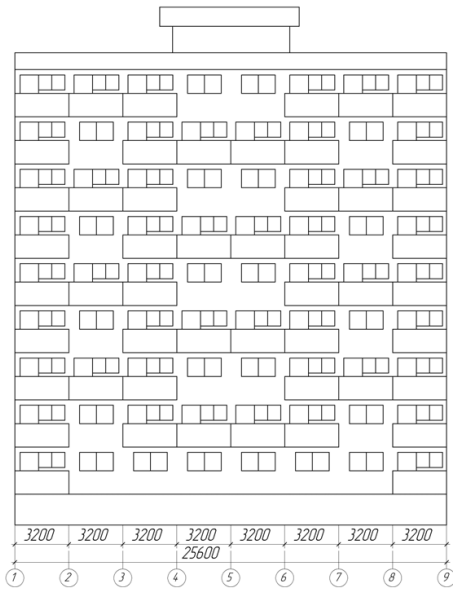


План типового этажа

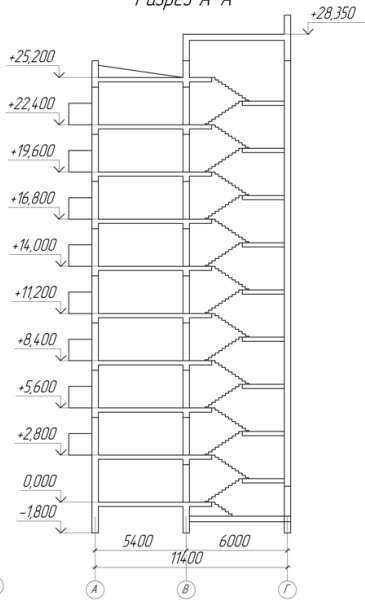


# Вариант 10

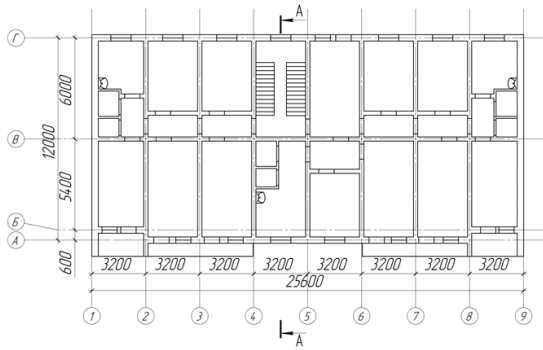
Фасад 1-9



Разрез А-А



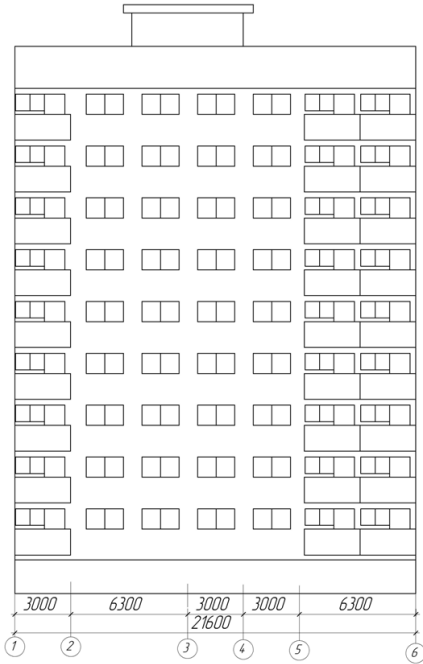
План типового этажа



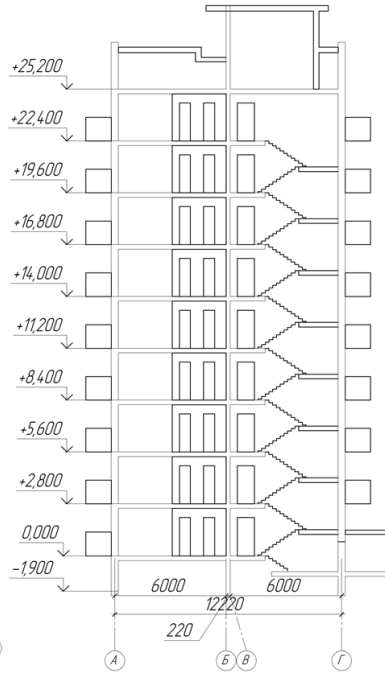


# Вариант 11

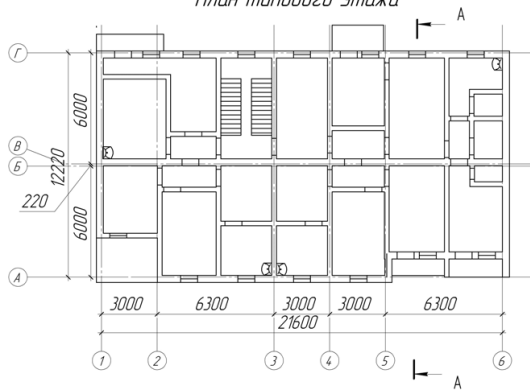
Фасад 1-6



Разрез А-А



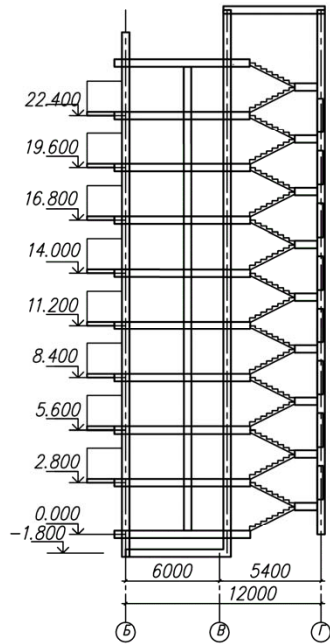
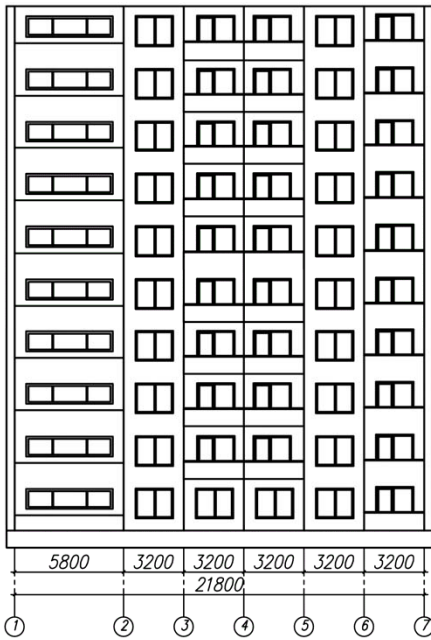
План типового этажа



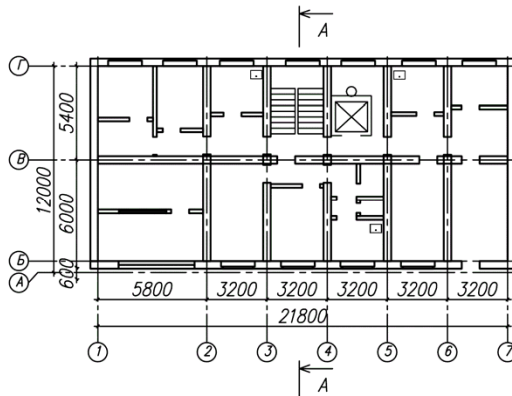
# Вариант 12

Фасад 1-7

Разрез А-А

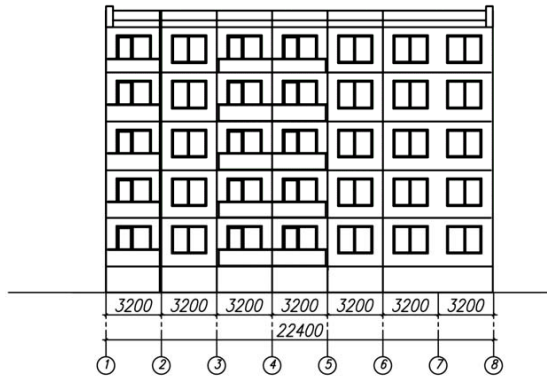


План типового этажа

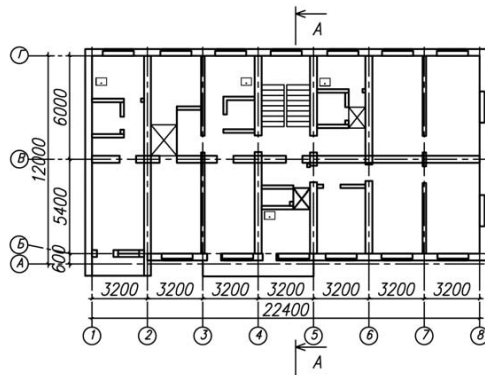


# Вариант 13

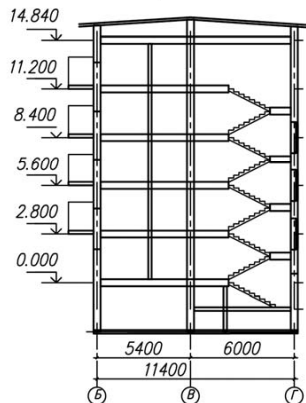
Фасад 1-8



План типового этажа

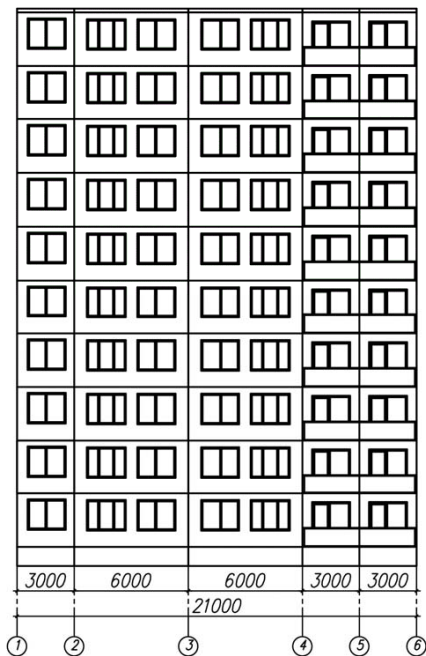


Разрез А-А

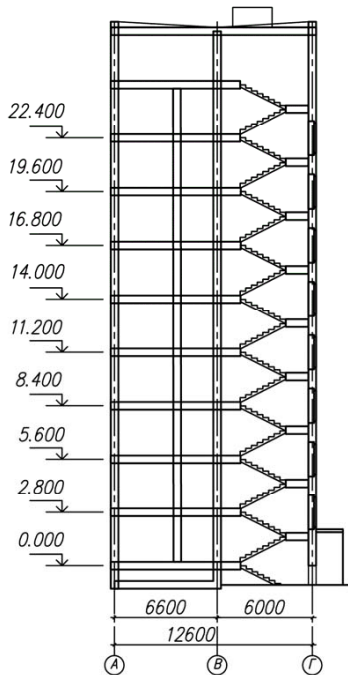


# Вариант 14

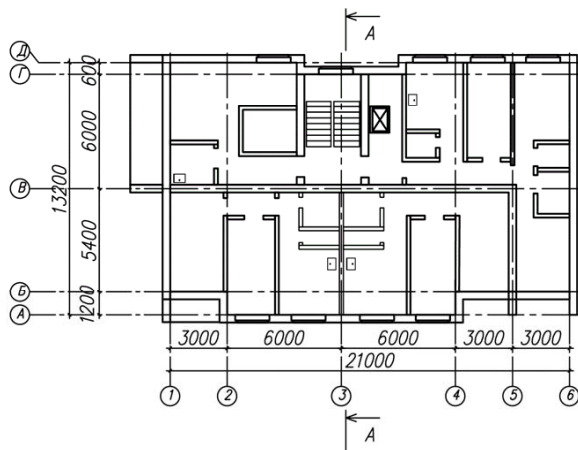
Фасад 1-6



Разрез А-А

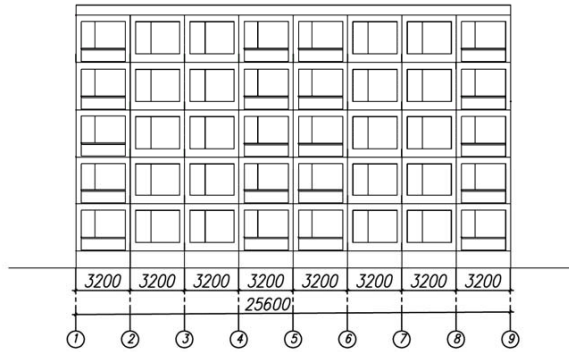


План типового этажа

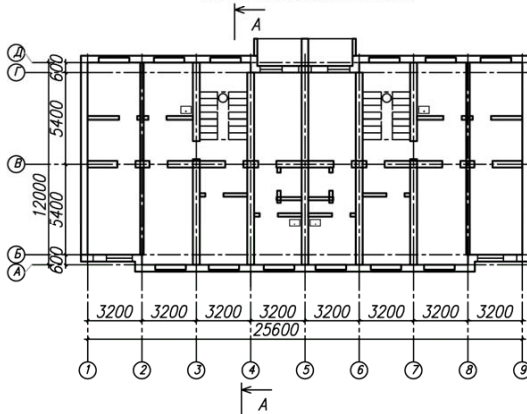


# Вариант 15

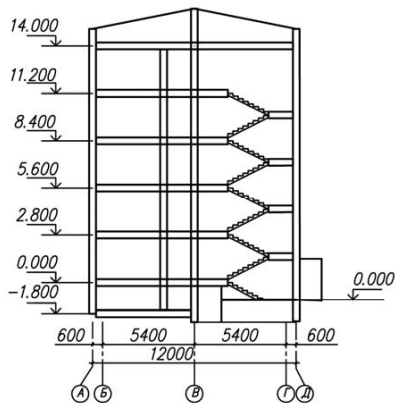
## Фасад 1-9



План типового этажа

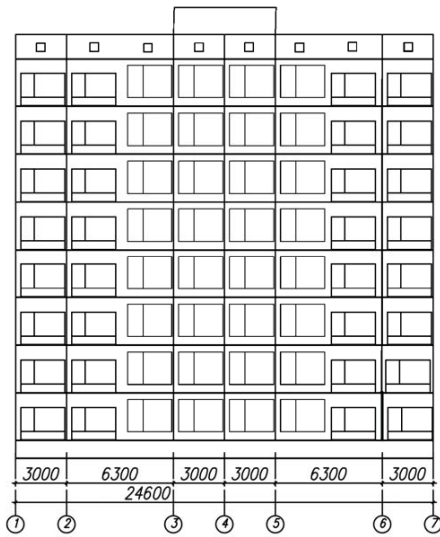


Разрез А-А

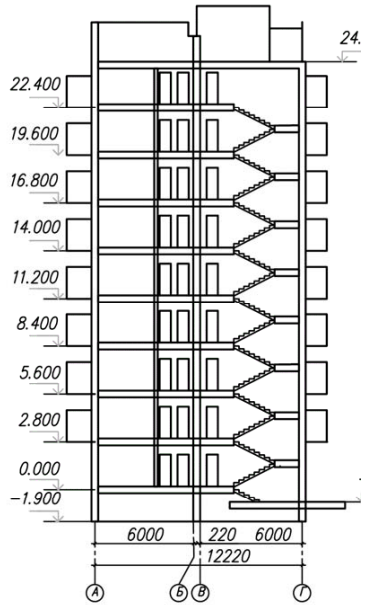


# Вариант 16

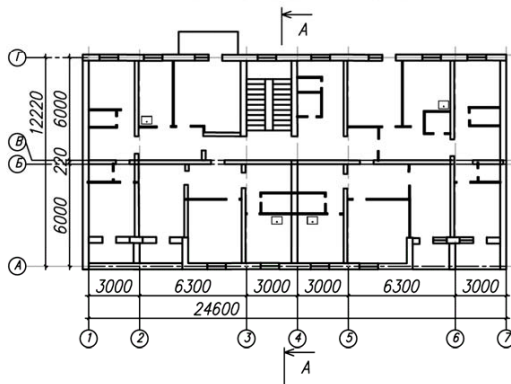
Фасад 1-7



Разрез А-А

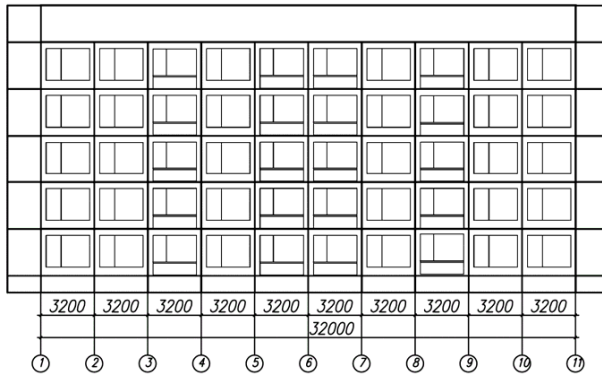


План типового этажа

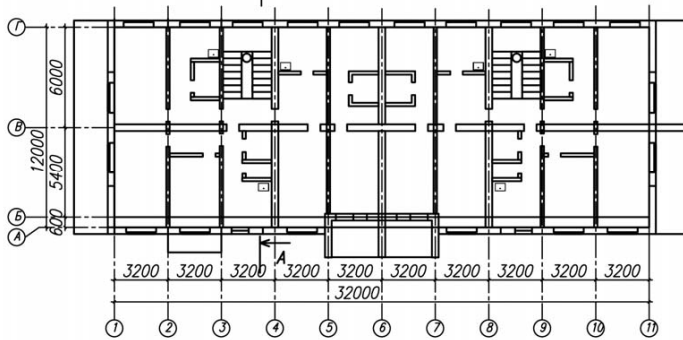


# Вариант 17

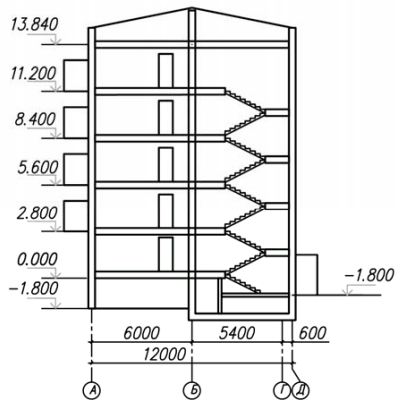
## Фасад 1-11



← А План типового этажа

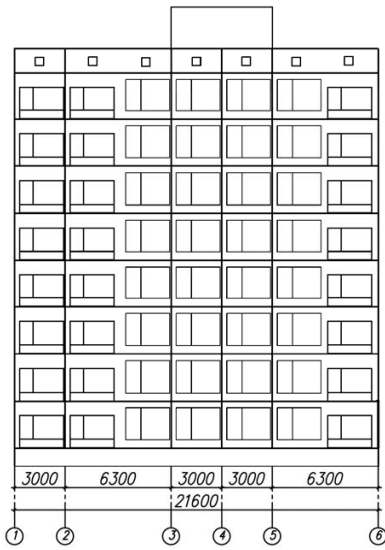


Разрез А-А

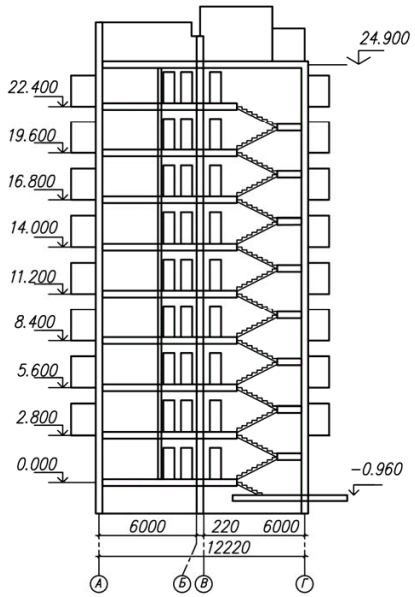


# Вариант 18

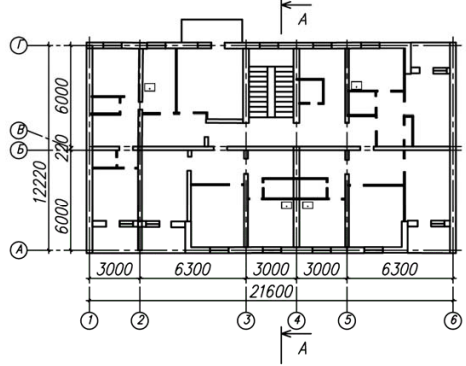
Фасад 1-6



Разрез А-А



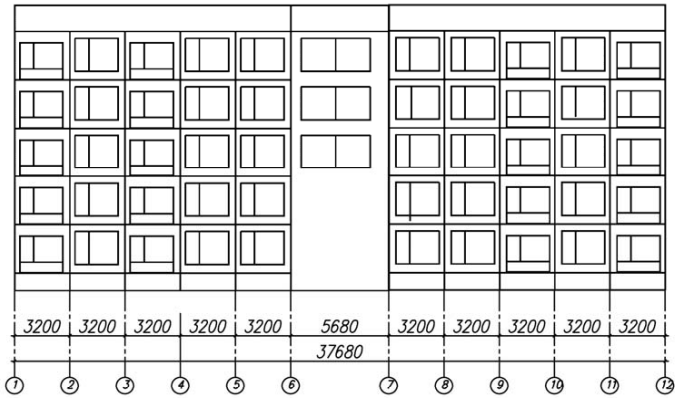
План типового этажа



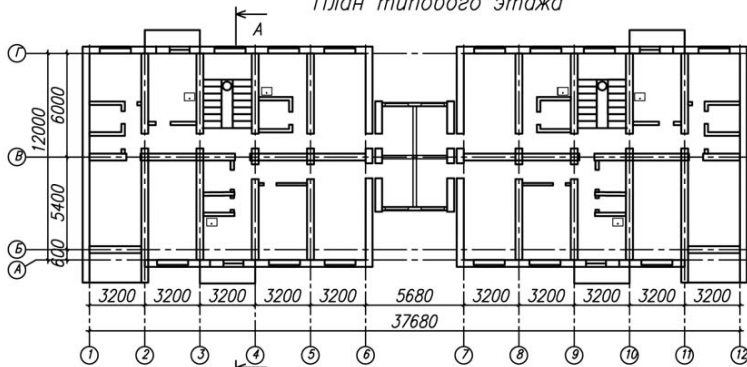


Вариант 19

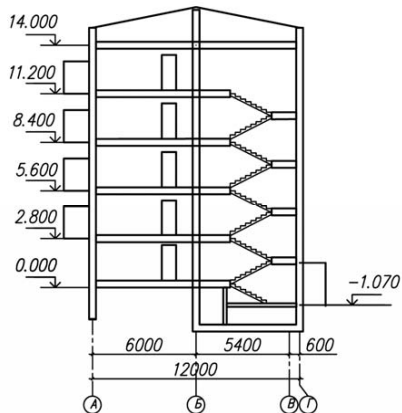
Фасад 1-12



План типового этажа



Разрез А-А



Расчетные показатели предприятий и учреждений

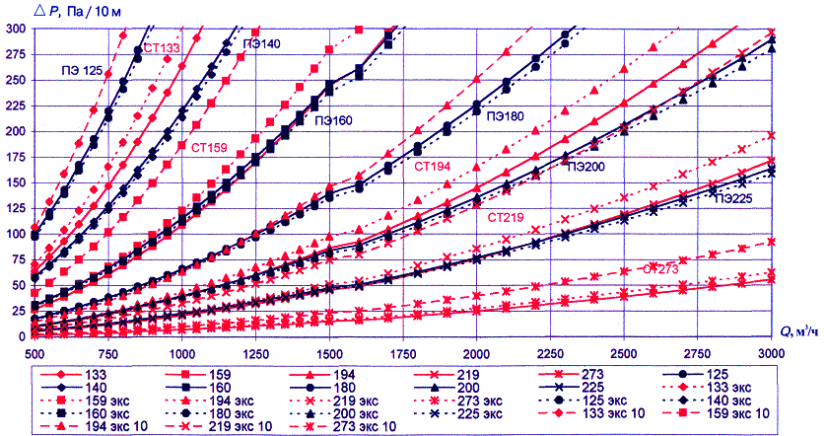
Предприятие, учреждение	Расчетный показатель $M$	% ОГС
Прачечные	0,12 т сухого белья на 1 жителя в год	50
Бани	52 помывки в год	50
Предприятия общественного питания	360 обедов и завтраков (ужинов) в год	25–30
Учреждения здравоохранения	12 коек на 1000 жителей	100
Хлебозаводы	0,6–0,8 т хлебобулочных изделий в сутки на 1000 жителей	100

Расчетный показатель подсчитывается:

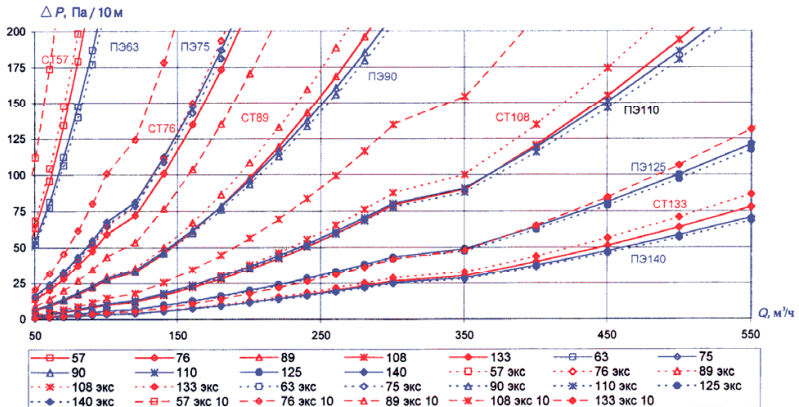
- прачечные  $M = 0,12 \cdot N$ ;
- бани  $M = 52 \cdot N$ ;
- предприятия общественного питания  $M = 360 \cdot N$ ;
- учреждения здравоохранения  $M = 12 \cdot N \cdot 0,001$ ;
- хлебозаводы  $M = 0,6 \cdot N \cdot 0,001 \cdot 365$ .

Номограммы для гидравлического расчета газопроводов [6]

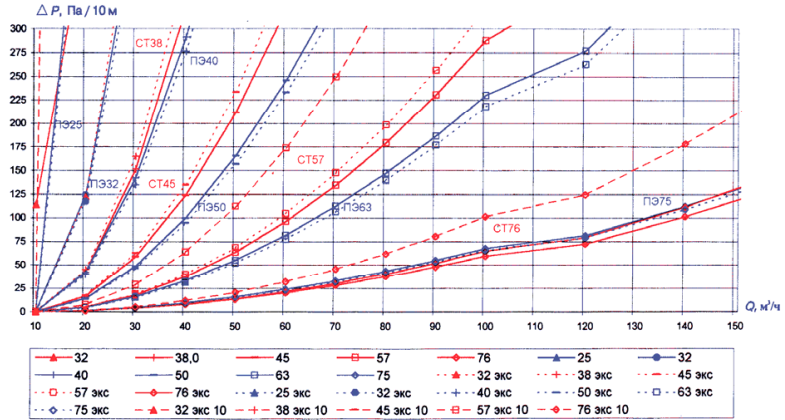
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) низкого давления ( $Q = 500-3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ )



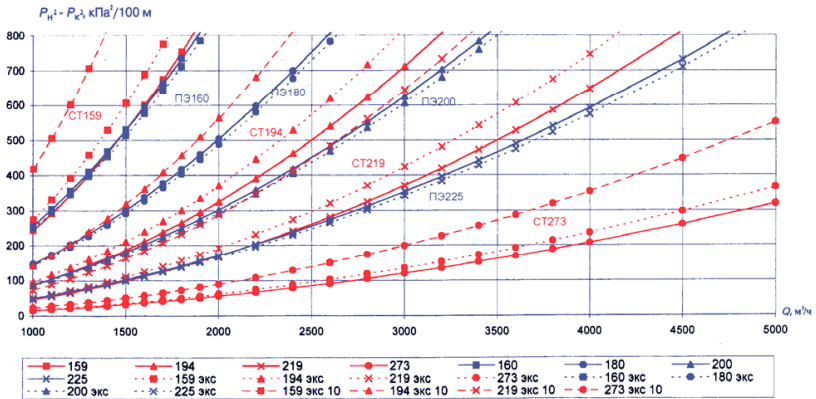
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) низкого давления ( $Q = 50 - 500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ )



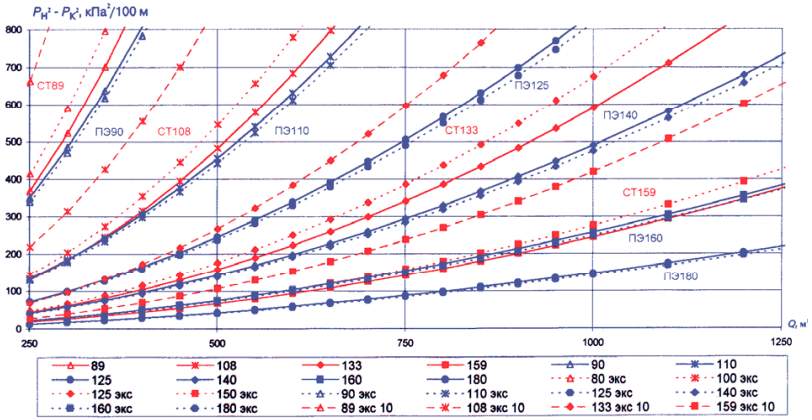
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) низкого давления  
( $Q$  10 - 150 м<sup>3</sup>/ч,  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с)



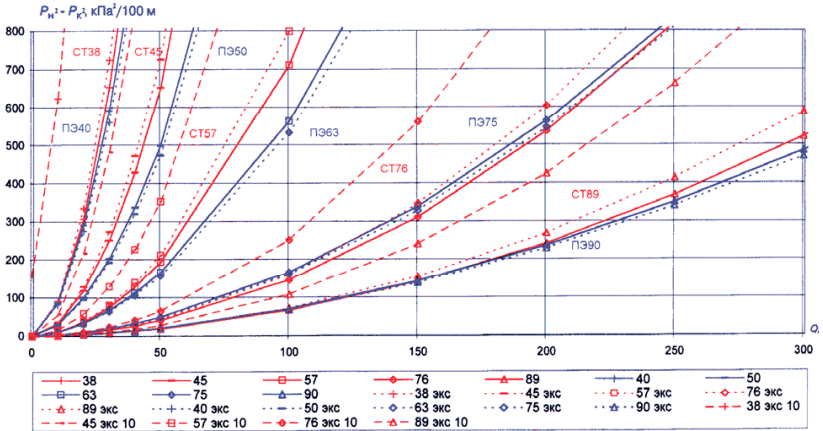
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) среднего давления  
( $Q$  1000 - 5000 м<sup>3</sup>/ч,  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с)



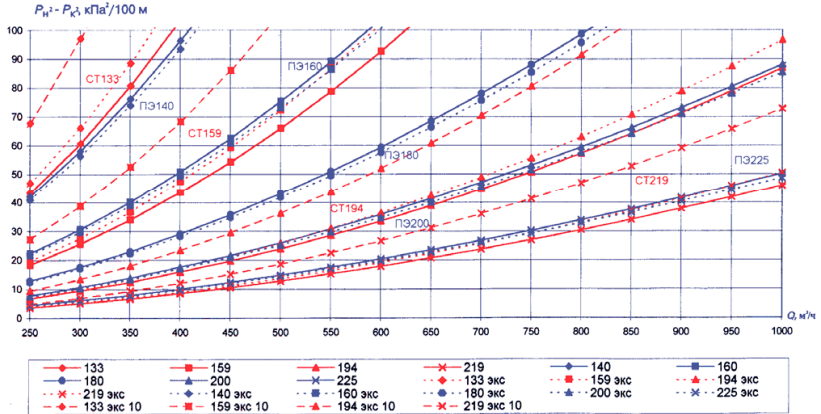
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) низкого давления  
( $Q$  250 - 1250 м<sup>3</sup>/ч,  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с)



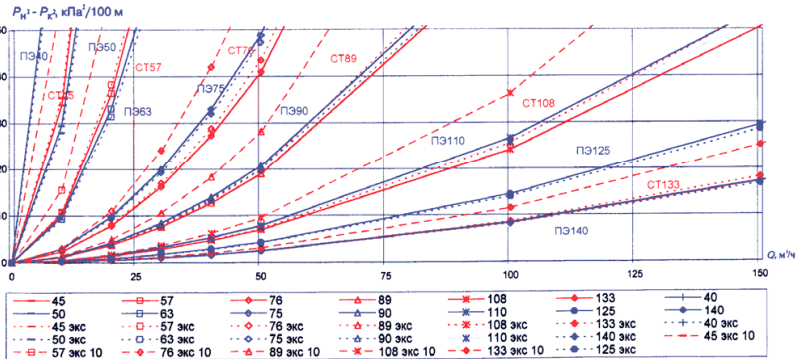
Удельные потери давления для стальных и полиэтиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) среднего давления  
( $Q$  0 - 300 м<sup>3</sup>/ч,  $\rho = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с)



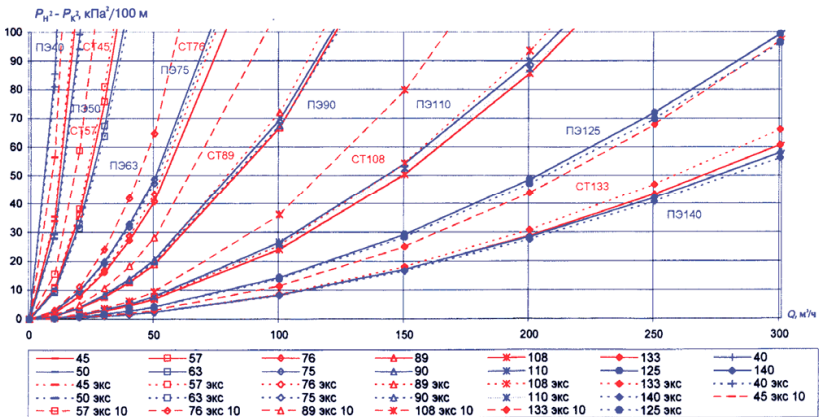
Удельные потери давления для стальных и полистиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) среднего давления ( $Q = 250 - 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ ,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ )



Удельные потери давления для стальных и полистиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) среднего давления ( $Q = 0 - 150 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ ,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ )



Удельные потери давления для стальных и полистиленовых труб (новых и бывших в эксплуатации) среднего давления ( $Q = 0 - 300 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ ,  $\nu = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ )



В номограммах приняты следующие условные обозначения:

- 1) СТ108 – газопровод из стальных труб диаметром  $d = 108$  мм;
- 2) ПЭ110 – газопровод из полиэтиленовых труб диаметром  $d = 110$  мм;
- 3) сплошная линия – для новых труб;
- 4) штриховая линия «экс» – для труб после годичной эксплуатации с учетом увеличения эквивалентной абсолютной шероховатости до 0,02 см для стальных труб и увеличения диаметра до 5 % под воздействием внутреннего давления для полиэтиленовых труб;
- 5) штриховая линия «экс 10» – для стальных труб после 10-летней эксплуатации с учетом увеличения эквивалентной абсолютной шероховатости до 0,1 см.

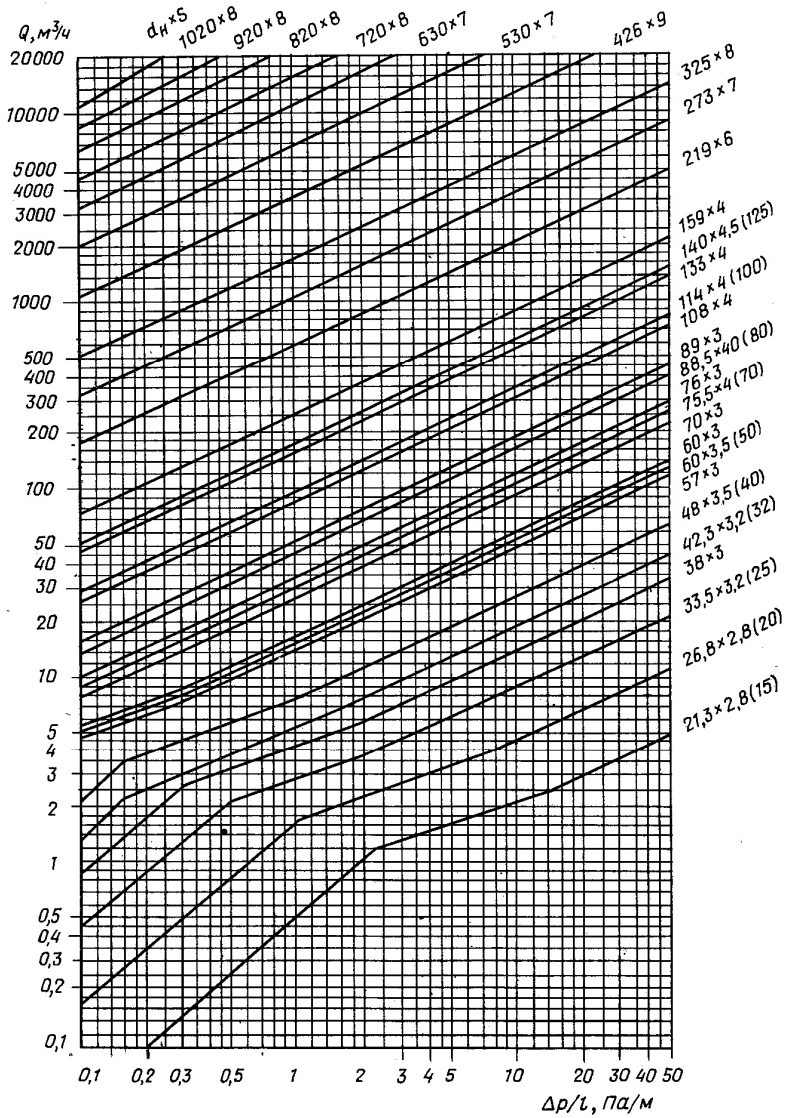
Наружные диаметры и толщины стенок стальных и полиэтиленовых газопроводов, использованные при построении номограмм, приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Наружные диаметры и толщины стенок стальных и полиэтиленовых газопроводов

Газопроводы из <b>стальных</b> труб низкого, среднего и высокого давления																	
Диаметр $d$ , мм	32	38	45	57	76	89	108	133	159	194	219	273	325	375	426	530	630
Толщина стенки $S$ , мм	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	5,0	5,5	5,5	6,0	7,0	9,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0



Газопроводы из <b>полиэтиленовых</b> труб низкого и среднего давления (SDR11 $\leq 63$ мм и SDR 17,6 $\geq 75$ мм)													
Диаметр $d$ , мм	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
Толщина стенки $S$ , мм	3,0	3,7	4,6	5,8	4,3	5,2	6,3	7,1	8,0	9,1	10,3	11,4	12,8

Номограмма для расчета сетей низкого давления  
(газ природный, трубы стальные) [4]





Коэффициенты местных сопротивлений [4]

Местное сопротивление	$\zeta$
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр	0,35
Внезапное расширение в пределах перехода на следующий диаметр	0,3
Отвод гнутый 90°	0,3
Угольник резьбовой $d_y = 15$	2,2
Кран пробковый $d_y = 15$ $d_y = 20$ и более	4 2
Кран шаровой $d_y = 15$ $d_y = 20$ $d_y = 25$ и более	0,26 0,13 0,1
Тройник проходной*	 1
Тройник поворотный	 1,5
Клапан термозапорный	1

\* $\zeta$  – отнесен к участку с меньшим расходом газа

Номограмма для определения эквивалентных длин местных сопротивлений (газ природный) [4]

