

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

## **ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе  
для обучающихся по направлению  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(профиль «Проектирование и строительство городских  
систем энергоснабжения») всех форм обучения*

Воронеж 2023

УДК 621.6(07)  
ББК 38.763я7

*Составитель Н. В. Колосова*

**Газораспределительные системы:** методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Проектирование и строительство городских систем энергоснабжения») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н. В. Колосова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. – 42 с.

Приведены темы для проведения практических занятий, рекомендуемые методики для выполнения курсового проекта и курсовой работы, вопросы для самостоятельной подготовки, тестовые задания для самопроверки и библиографический список.

Предназначены для обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Проектирование и строительство городских систем энергоснабжения») всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ГРС.2023. pdf.

Ил. 2. Табл. 8. Библиогр.: 13 назв.

**УДК 621.6(07)**  
**ББК 38.763я7**

*Рецензент* – С. А. Яременко, канд. тех. наук, декан факультета инженерных систем и сооружений ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания могут быть использованы на практических занятиях, при курсовом и дипломном проектировании городских и поселковых распределительных систем газоснабжения.

По дисциплине «Газораспределительные системы» предусмотрен курсовой проект. Курсовой проект выполняется обучающимися самостоятельно под руководством ведущего преподавателя. Курсовой проект городской распределительной уличной системы газоснабжения выполняется из стальных (полиэтиленовых) трубопроводов. Указания разработаны и предназначены для обучающихся по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Проектирование и строительство городских систем энергоснабжения»).

Методические указания успешно используются для решения ряда практических задач, возникающих при проектировании газораспределительных систем. Система газоснабжения должна эффективно и безопасно обеспечивать транспортировку газа потребителям. На всех этапах проектирования необходимо опираться на соответствующий свод правил.

Приведены материалы для выполнения самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа – часть образовательного процесса, которая является дидактическим средством развития готовности к профессиональному самообразованию, приобретения умений и навыков, соответствующих компетентностной модели выпускника, осваивающего основную профессиональную образовательную программу бакалавриата.

Представленный в методических указаниях круг проблем включает в себя как вопросы, освоение которых предусмотрено в контактной форме взаимодействия студента и преподавателя, так и вопросы, которые студенту предстоит изучать самостоятельно, без присутствия преподавателя.

Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и качественном уровне представленных докладов, выполненных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля.

## 1. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

Теплота сгорания газа определяется количеством тепла, выделяющимся при сжигании единицы веса или единицы объема данного вещества. Теплота сгорания газов выражается в кДж/кг и кДж/м<sup>3</sup> и является основным теплотехническим показателем, характеризующим газ. Теплота сгорания (высшая или низшая) сухого газообразного топлива (газа) определяется как сумма произведений величин теплоты сгорания горючих компонентов на их объемные доли по формуле

$$Q_n^p = \frac{Q_1 X_1 + Q_2 X_2 + \dots + Q_n X_n}{100}, \quad (1.1)$$

где  $Q_n^p$  - низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м<sup>3</sup>;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - теплота сгорания горючих компонентов, составляющих газообразное топливо, кДж/м<sup>3</sup>, определяется [1, табл. 1.3];

$X_1, X_2, \dots, X_n$  - объемные доли компонентов, составляющих газообразное топливо, %, определяется по приложению 2 данного учебного пособия.

Плотность сухого газа определяют, как сумму произведений плотностей компонентов, составляющих газообразное топливо, на их объемные доли по формуле

$$\rho = \frac{\rho_1 X_1 + \rho_2 X_2 + \dots + \rho_n X_n}{100}, \quad (1.2)$$

где  $\rho$  - плотность сухого газа, кг/м<sup>3</sup>;

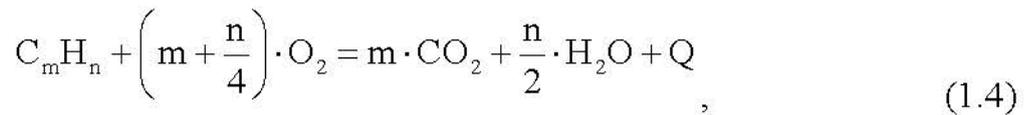
$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$  - плотности компонентов, составляющих данное газообразное топливо, кг/м<sup>3</sup>.

Относительная плотность  $\rho_{отн}^c$ , кг/м<sup>3</sup> сухого газа по воздуху определим по формуле

$$\rho_{отн}^c = \frac{\rho}{\rho_v}, \quad (1.3)$$

где  $\rho_v = 1,293$  - плотность воздуха при нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup>.

Подсчет объема воздуха, необходимого для сгорания газа производят на основе уравнения горения компонентов, входящих в его состав. Для газообразного топлива, состоящего из предельных углеводородов, уравнение реакции горения представляют в виде:



где  $m, n$  - число атомов углерода и водорода в углеводородных соединениях;  
 $Q$  - тепловой эффект реакции горения (теплота сгорания).

Используя уравнение (1.4), можно получить:

$$V^0 = \frac{9,52x_1 + 4,76 \left(m + \frac{n}{4}\right) \sum_{j=2}^k x_j}{100}, \quad (1.5)$$

где  $V^0$  - теоретически необходимое количество воздуха,  $м^3$  возд./ $м^3$  газа;

$x_1 = CH_4$ ;

$x_j$  -  $j$ -й предельный углеводород;

$k$  - количество компонентов (предельных углеводородов) в газообразном топливе.

В общем случае теоретическое количество воздуха необходимое для сгорания 1 м сухого газа определим по формуле

$$V^0 = 0,0476 \left[ 0,5CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + \sum \left(m + \frac{n}{4}\right) C_m H_n - O_2 \right], \quad (1.6)$$

где  $CO, H_2, H_2S, C_m H_n, O_2$  – содержание отдельных компонентов газообразного топлива, %.

Характеристики газа, определенные по приведенным формулам, сводим в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики газообразного топлива при нормальных условиях

Теплота сгорания, $Q_H^p, \frac{кДж}{м^3}$	Плотность, $\rho, \frac{кг}{м^3}$	Относительная плотность, $\rho_{отн}^c, \frac{кг}{м^3}$	Объем воздуха, $V^0, \frac{м^3}{м^3}$
1	2	3	4

## 2. ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

### 2.1. Общие положения по выполнению курсового проекта

Курсовой проект представляет собой решение ряда практических задач. Курсовой проект по газоснабжению населенных пунктов состоит из двух частей: часть первая – проект городской распределительной (уличной или межцеховой) системы газоснабжения; часть вторая – индивидуальное задание.

Исходные данные для выполнения курсового проекта представлены в приложении (П.1).

Пояснительная записка включает следующие разделы:

1. Определение расчетного расхода газа на распределительную сеть низкого давления.

2. Расчет предварительного потокораспределения.

3. Выбор диаметров трубопроводов в сети низкой ступени давления.

4. Гидравлический расчет сети низкого давления.

5. Расчет газовых сетей средней (высокой) ступени давления.

6. Специальная часть проекта, выполняемая по заданию руководителя проекта, может включать:

а) расчет экономических показателей распределительной сети с выбором экономически оптимального варианта системы, выполняемый на ЭВМ;

б) расчет газовых горелок с помощью ЭВМ;

в) углубленная разработка узла арматуры или перехода через препятствие и т. п.

Данный перечень специальной части проекта не ограничивает свободы выбора тем для проектирования или расчета элементов сетевых систем.

В пояснительную записку следует включать расчетные схемы распределительных сетей каждой ступени давления.

Графическая часть проекта включает:

1. Генеральный план населенного пункта с проектом сетей всех ступеней давления, с размещением запорной арматуры, ГРП, узлов перехода через искусственные и естественные препятствия.

2. Расчетные схемы сетей каждой ступени давления.

3. Продольный профиль участка газопровода, наиболее насыщенного подземными коммуникациями.

4. Специальную часть проекта.

Объем пояснительной записки – не более 30 рукописных листов, графической части – 1 чертежного листа.

Все расчеты выполняются в международной системе единиц.

### 2.1.1. Определение потребления газа различными категориями потребителей

По заданной плотности населения и площади жилых кварталов определяется количество жителей населенного пункта:

$$N = \sum_{j=1}^m P_j F_{квj}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – число кварталов;

$P_j$  – плотность населения  $j$ -го жилого квартала, чел./га;

$F_{квj}$  – площадь  $j$ -го жилого квартала, га.

Все виды городского потребления газа разделены на коммунально-бытовое потребление, отопление, вентиляцию и промышленное потребление.

### 2.1.2. Коммунально-бытовое потребление

Расчетный расход газа,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , (при  $0^\circ\text{C}$  и  $101.3$  кПа) на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды по отдельным категориям потребителей:

$$Q_{кбi} = (q_i \times N \times 10^{-3} \times n_i \times x_2 \times Km) / Q_H^P, \quad (2.2)$$

для сельской местности:  $Q_{кб} = \sum_{i=1}^f k_o q_i^* / Q_H^P$ ,

где  $q_i$  – норма потребления газа одной расчетной единицей (1 р.е.);  $\text{кДж}/\text{р.е.}$ , [2, прил. А];

$n_i$  – количество расчетных единиц на одну тысячу жителей,  $\text{р.е.}/\text{тыс. жит.}$ , [1, с. 46-47];

$k_o$  – коэффициент одновременности [2, табл. 5];

$x_2$  – коэффициент охвата газоснабжением (см. задание);

$f$  – число р.е. (квартир или домов) для сел;

$Km = \frac{1}{m}$  – коэффициент часового максимума,  $\text{год}/\text{ч.}$ , [2, табл. 2], [2, табл. 3];

$q_i^*$  – суммарная тепловая нагрузка горелок 1 р.е.,  $\text{кДж}/\text{ч.}$

Потребление газа мелкими коммунально-бытовыми потребителями (ателье, мастерскими, парикмахерскими, магазинами и др.)  $Q_{ком}^M, \text{м}^3/\text{ч}$ , определяется в соответствии с [1, стр. 46-48].

### 2.1.3. Потребление на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

Потребление газа на отопление и вентиляцию от котельных жилых и общественных зданий  $Q_{ос}^k, M^3 / ч$ , вычисляется по формуле

$$Q_{ос}^k = \left[ 24(1 + 0,25) \frac{t_s - t_{cp.o}}{t_s - t_{p.o}} + 0,25K_s \frac{t_s - t_{cp.o}}{t_s - t_{p.s}} z \right] \frac{qF_{ж}^k n_o}{\eta_o Q_H^p m_k}. \quad (2.3)$$

Потребление газа на отопление от местных отопительных систем жилых и общественных зданий  $Q_{от}^{MO}, M^3 / ч$ , вычисляется по формуле

$$Q_{от}^{MO} = \left( 24 \frac{t_s - t_{cp.o}}{t_s - t_{p.o}} \right) \frac{qF_{ж}^{MO} n_o}{\eta_o Q_H^p m_k}, \quad (2.4)$$

где  $t_s$  – расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий,  $^{\circ}C$ , принимаемая для жилых и общественных зданий равной  $20^{\circ}C$ , [3]; для промышленных зданий принимается по заданию;

$t_{cp.o}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период,  $^{\circ}C$ , принимаемая в соответствии с [4, табл 1];

$n_o$  – продолжительность отопительного периода в сутках по числу дней со средней суточной температурой наружного воздуха  $8^{\circ}C$  и ниже, принимаемая в соответствии с [4, табл. 1];

$t_{p.o}$  – расчетная температура наружного воздуха,  $^{\circ}C$ , для проектирования отопления, принимая как средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки в соответствии с [3] по параметру Б;

$t_{p.s}$  – расчетная температура наружного воздуха,  $^{\circ}C$ , для проектирования вентиляции, принимаемая в соответствии с [3] по параметру А;

$K_s$  – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий;

$z$  – среднее число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток (при отсутствии данных принимается 16 ч);

$q$  – укрупненный показатель максимального часового расхода тепла на отопление  $1 \text{ м}^2$  жилой площади зданий,  $кДж/(ч \cdot \text{м}^2)$ , [1, табл. 5.2];

$F_{ж}^k$  – общая жилая площадь отапливаемых от котельных зданий,  $\text{м}^2$ ;

$F_{жс}^{МО}$  – общая жилая площадь отапливаемых от местных систем зданий,  $M^2$ .

Социальная норма площади на 1 человека –  $18 M^2$ .

$\eta_o$  – к.п.д. отопительной системы;

Число часов использования максимума для отопительных котельных, ч/год:

$$m_k = 24n_o \frac{t_s - t_{cp.o}}{t_s - t_{p.o}} \quad (2.5)$$

Потребление газа на централизованное горячее водоснабжение от котельных  $Q_{гв}, M^3 / ч$ :

$$Q_{гв} = 24q_{гв}N \left[ n_o + (350 - n_o) \frac{55 - t_{хл}}{55 - t_{хз}} \beta \right] \frac{K_{гв}}{\eta_o Q_n^p m_k}, \quad (2.6)$$

где  $q_{гв}$  – укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение,  $кДж/(ч \cdot чел)$ , [1, табл. 5.3];

$t_{хл}, t_{хз}$  – температура водопроводной воды в отопительный и летний периоды,  $^{\circ}C$  ( $t_{хз} = 5^{\circ}C$ ;  $t_{хл} = 15^{\circ}C$ );

$\beta$  – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период; при отсутствии данных принимается равным 0,8 (для курортных и южных городов 1,0);

$\eta_o$  – к.п.д. отопительной системы;

$K_{гв}$  – коэффициент охвата ЦГВ (см. задание).

Потребление газа котельными (ТЭЦ) района,  $M^3 / ч$ :

$$Q_{кот} = Q_{ов} + Q_{гв} + Q_{н.т.}; \quad (2.7)$$

$$Q_{тэц} = K_{тэц} (Q_{ов} + Q_{гв} + Q_{н.т.}), \quad (2.8)$$

где  $K_{тэц}$  – коэффициент, учитывающий выработку электроэнергии на ТЭЦ (при отсутствии данных принимается равным 2,0);

$Q_{н.т.}$  – расход газа на выработку пара для технологических нужд промышленности,  $M^3 / ч$ :

$$Q_{n.m.} = \frac{B_{n.m.} \cdot i_n}{Q_n^p \cdot \eta_k} \cdot 10^3, \quad (2.9)$$

где  $i_n$  – теплосодержание технологического пара, кДж/кг;

$B_{n.m.}$  – суммарная паропроизводительность котлоагрегатов, вырабатывающих пар для технологических нужд, т/ч.

#### 2.1.4. Промышленное потребление

Расчетный часовой расход газа промышленным предприятием, включающий потребление на технологические нужды, отопление, вентиляцию цехов и подразделений промплощадки, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_{ППП} = \frac{Q_{ППП}^{год}}{Q_n^p} \times K_m, \quad (2.10)$$

где  $Q_{ППП}^{год}$  – годовое потребление газа промпредприятием, кДж/год, принимаемое по заданию;

$K_m$  – коэффициент часового максимума промпредприятия, [1, табл. 5.11].

При проектировании внутриплощадочной сети газопроводов должно быть известно потребление газа отдельными потребителями, питаемыми от этой сети (цехами, котельными, столовыми и др.), по укрупненным показателям топливопотребления этих потребителей.

Расчетный годовой расход газа на производственные нужды сельских населенных пунктов следует принимать по данным топливопотребления. Годовые расходы теплоты на приготовление кормов и подогрев воды для животных принимается по в соответствии с техническим заданием.

#### 2.1.5. Расчет расхода газа на распределительную сеть

Вначале определяется расчетный расход газа, м<sup>3</sup>/ч, на распределительную сеть низкого давления, от которой питаются все бытовые, мелкие коммунальные и часть промышленных потребителей, которым необходим газ низкого давления.

$$Q_p^{нд} = K_{персп.} \left( \sum_{i=1}^r Q_{КБі} + Q_{ком}^M + Q_{ППП}^M + Q_{от}^{МО} \right), \quad (2.11)$$

где  $K_{персп.}$  – коэффициент, учитывающий перспективное развитие населенного пункта (при отсутствии данных принимается равным 1,3);

$r$  – число бытовых и коммунальных потребителей, питающихся от сети низкого давления;

$Q_{III}^m$  – мелкие промышленные потребители, питаемые от сети низкого давления,  $m^3/ч$ .

В число  $r$  коммунально-бытовых потребителей включаются потребители жилых зданий (потребление газа на приготовление пищи, горячей воды и стирку белья в квартирах), предприятия общественного питания, учреждения здравоохранения.

Далее определяются расчетные расходы газа на распределительные сети других ступеней давления (среднего, высокого)  $Q_p^{c.d.}; Q_p^{s.d.}; m^3/ч$ , путем суммирования расходов всех потребителей, питающихся от сети соответствующей ступени давления (например, котельных, ТЭЦ, хлебозаводов, ГРП, банно-прачечных комбинатов) с учетом перспективного развития населенного пункта.

### 2.1.6. Гидравлический расчет распределительных газовых сетей низкого давления

Гидравлический расчет многокольцевых сетей включает гидравлическую увязку колец и определение давлений в узлах сети на расчетном режиме газопотребления.

Известно, что для газопроводов низкого давления перепад давления участка

$$\Delta P_{rk} = a_{rk} Q_{rk}^{1,75}, \quad (2.12)$$

где  $a_{rk}$  – коэффициент гидравлического сопротивления участка длиной  $l_{rk}$ .

В результате увязки сети должен выполняться второй закон Кирхгофа для всех элементарных колец, а именно:

$$\sum_{k=1}^{n_k} Sqn \cdot \Delta P_{rk} = \sum_{k=1}^{n_k} Sqn \cdot a_{rk} Q_{rk}^{1,75} = 0, \quad (2.13)$$

где  $n_k$  – количество участков кольца.

Знак слагаемого (2.13) принимается положительным, при совпадении направления течения газа на участке с направлением обхода контура кольца по часовой стрелке, отрицательным – в противоположном случае.

После предварительного потокораспределения и выбора диаметров труб выполняется первый и остается невыполненным второй закон Кирхгофа, то есть для каждого кольца

$$\Delta P_k = \sum_{k=1}^{n_k} \pm \Delta P_{rk.\phi.} = \sum_{k=1}^{n_k} \pm a_{rk} Q_{rk}^{1,75}, \quad (2.14)$$

где  $\Delta P_k$  – невязка по кольцу, Па.

Для выполнения условия гидравлической увязки кольца при ручном счете допускается остаточная невязка по кольцу  $\delta P_k$ , не превышающая 10 %, то есть

$$\delta P_k = \frac{\Delta P_k}{0,5 \sum_{k=1}^{n_k} |\Delta P_{rk.\phi.}|} \times 100\% = \pm 10\%. \quad (2.15)$$

Для увязки колец используется приближенная формула, полученная на основе формулы Лобачева-Кросса [1], позволяющая вычислить величину контурного поправочного расхода  $\Delta Q_k, M^3 / ч$ :

$$\Delta Q_k = \frac{\Delta P_k}{1,75 \sum_{k=1}^{n_k \cdot n_{y.s.}} \left| \frac{\Delta P_{rk.\phi.}}{Q_{rk}} \right|}, \quad (2.16)$$

где  $n_{y.в.}$  – число участков данного кольца, принадлежащих смежным увязанным кольцам.

### **Методика гидравлической увязки многокольцевой газовой сети низкого давления**

1. Вычисляем кольцевые невязки для каждого кольца  $\Delta P_k$  и  $\delta P_k$  по формулам (2.14), (2.15) по результатам предварительного потокораспределения. Кольца, для которых выполняется условие (2.15), считаются увязанными.

2. Для неувязанных колец вычисляются  $\Delta Q_k$  по формуле (2.16).

3. Для увязки выбираем кольцо с наибольшим абсолютным значением  $\Delta Q_k$ . Вносим поправку в расходы участков данного кольца, за исключением участков, принадлежащих смежным увязанным кольцам (для этих участков расчетный расход не меняется), по формуле

$$Q_{rk}^{(1)} = Q_{rk}^{(0)} \pm \Delta Q_k, \quad (2.17)$$

где  $Q_{rk}^{(0)}$  – расчетный расход нулевого приближения (табл. 2.1, ст. 3),  $м^3/ч$ ;

$Q_{rk}^{(1)}$  – исправленный расчетный расход участка первого приближения,  $м^3/ч$ .

Правило знаков в формуле (2.17) следующее: если кольцевая невязка  $\Delta P_k > 0$ , то для участков кольца с течением по часовой стрелке ставится знак (-), против часовой – знак (+); если  $\Delta P_k < 0$ , то для участков с течением по часовой стрелке ставится знак (+), против часовой стрелки – знак (-).

4. Определяем потери давления участков кольца для полученных расходов,  $\Delta P_{rk.\phi}^{(1)}$ , Па, по формуле пересчета

$$\Delta P_{rk.\phi}^{(1)} = \Delta P_{rk.\phi}^{(0)} \left[ \frac{Q_{rk}^{(1)}}{Q_{rk}^{(0)}} \right]^{1,75}, \quad (2.18)$$

где  $\Delta P_{rk.\phi}^{(0)}$  – потери давления участка, соответствующие  $Q_{rk}^{(0)}$  (табл. 2.1, ст. 8), Па.

5. Вычисляем значения  $\delta P_k$  данного и смежных с ним колец. Кольца, для которых выполняется условие (2.15), считаются увязанными.

6. Пересчитываем значение  $\Delta Q_k$  для колец, смежных с увязываемым, для которых не выполняется условие (2.15), по формуле (2.16) и из всех неувязанных колец сети выбираем для увязки то, у которого  $\Delta Q_k$  наибольшее по абсолютному значению.

7. Повторяем процедуру увязки выбранного кольца, начиная с пункта 3 и так далее, вплоть до увязки последнего кольца сети. Значения остаточных невязок увязанных колец  $\Delta P_k$  и  $\delta P_k$  записываются в столбцы 13, 14 а окончательные величины  $Q_{rk}$  и  $\Delta P_{rk}$  – в столбцы 9, 11 (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Результаты гидравлического расчета распределительной  
сети низкого давления

Номер участков	Длина участка, м	Расчетный расход участка, м <sup>3</sup> /ч	Гидравлический уклон уч., Па/м	Диаметр участка, мм	Перепад давления уч., Па	Фактическое значение гидр. уклона, Па/м	Результат гидравлической увязки колец						
							Фактический перепад давления уч., Па	Исправленный расход уч., м <sup>3</sup> /ч	Исправленный диаметр уч., мм	Исправленный перепад давления, Па	Номер колец	Окончат. невязка кольца, Па	% окончат. невязки кольца, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

**2.1.7. Расчет распределительных газовых сетей  
средней (высокой) степени давления**

Распределительная сеть средней (высокой) степени давления чаще выполняется незакольцованной (тупиковой), к ней присоединяются сосредоточенные крупные потребители газа, как например котельные (ТЭЦ), промпредприятия, ГРП более низких ступеней давления, банно-прачечные комбинаты, хлебозаводы и т. д., потребляющие газ данного давления.

При трассировке сетей среднего (высокого) давления следует руководствоваться указаниями [2, п. 4.14], согласно которым допускается укладка газопроводов низкого и среднего (высокого) давлений в одной траншее.

Определение расчетных расходов участков сети (расчет потокораспределения) при одном узле писания (ГРС) производится путем последовательного суммирования расходов потребителей, питающихся в конце участка. Так как путевая составляющая расхода равна нулю, то, следовательно, расчетный расход по длине участка не меняется.

Гидравлические потери давления участка сети:

$$\Delta P_{rk} = P_r^2 - P_k^2, \quad (2.19)$$

где  $P_r, P_k$  – абсолютное давление соответственно в начальном и конечном (по направлению движения газа) узлах участка, МПа.

Гидравлический уклон участка сети  $R_{rk}, (МПа)^2 / м$ , без учета местных потерь давления:

$$R_{rk} = \frac{P_r^2 - P_k^2}{1,1l_{rk}}. \quad (2.20)$$

При известном давлении в начале участка  $P_r$ , используя формулы (2.19), (2.20), получаем выражение для определения давления в конце участка,  $P_k, МПа$ :

$$P_k = \sqrt{P_r^2 - 1,1R_{rk} l_{rk}}. \quad (2.21)$$

Рассмотрим методику расчета незакольцованной распределительной сети среднего (высокого) давления.

1. При известном из задания давлении перед городом (после ГРС) принимаем (либо берем в соответствии с исходными данными на проектирование) давления газа перед потребителями.

2. Выбираем главное направление от узла питания до конечного, наиболее удаленного узла, и определяем средний гидравлический уклон по этому направлению.

3. Последовательно рассматривая каждый участок выбранного направления по формуле (2.21), вычисляем неизвестные давления в узлах. Расчет начинается с участка, начальным узлом которого является узел питания с заданным давлением  $P_r = P_{ГРС}$ . Начальным узлом следующего участка является конечный узел предыдущего участка, давление в котором уже определено.

4. После определения давлений при вычисленных расчетных расходах участков выбираем диаметры трубопроводов с помощью номограммы приложения для удельных потерь газопроводов среднего давления рассматриваемого участка.

5. Проводим поверочный расчет, целью которого является уточнение давлений в узлах при выбранных стандартных диаметрах труб, отличающихся от расчетных.

6. Пересчитываем значение  $P_{кф}$  узла при неизменной (вычисленной из расчета предыдущего участка) величине  $P_{rф}$  по формуле

$$P_{кф} = \sqrt{P_{rф}^2 - \Delta P_{rkф}}. \quad (2.22)$$

Подобный пересчет производим для всех узлов сети (исключая узел питания), в том числе и для конечных узлов перед потребителями.

В случае, если давление газа перед потребителем окажется за пределами допустимого, необходимо изменить соответствующий диаметр, в чем собственно и состоит гидравлическая увязка разветвленной сети. На этом гидравлический расчет сети заканчивается. Результаты расчета записываются в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты гидравлического расчета распределительной сети  
среднего (высокого) давления

Номер участка	Длина участка $l_{jk}, м$	Расчетный расход участка $Q_{jk}, м^3/ч$	Стандартный диаметр участка $d_{H, \times S}, мм$	Гидравлические потери давления участка $\Delta P_{jk}, МПа^2$	Абсолютное давление в начале участка $P_j, МПа$	Абсолютное давление в конце участка $P_k, МПа$
1	2	3	4	5	6	7

### **2.1.8. Выбор оборудования сетевого регуляторного пункта**

После расчета сетей низкой и средней (высокой) степени давления появляется возможность уточнения типа регуляторного пункта, питающего сеть низкого давления, по величине пропускной способности регулятора давления газа.

Для регуляторных пунктов с технологической линией на базе регуляторов РД-32М и РД-50М пропускная способность  $Q_p, м^3/ч$ , определяется по формулам: при  $(P_{ex} / P_{вых}) \leq 2$

$$Q_p = \frac{Q_n}{32} 10^3 \sqrt{(P_{ex} - P_{вых}) P_{вых} / \rho_g}; \quad (2.23)$$

при  $(P_{ex} / P_{вых}) > 2$

$$Q_p = 15,4 Q_n P_{ex} / \sqrt{\rho_g}, \quad (2.24)$$

где  $P_{ex}$  – абсолютное давление газа перед регулятором, МПа, которое приближенно можно принять равным абсолютному давлению перед регуляторным пунктом (табл. 2.2);

$P_{вых}$  – абсолютное давление газа после регулятора (приближенно можно принять равным абсолютному давлению в узле питания после ГРП), МПа;

$\rho_{\Gamma}$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_n$  – паспортная пропускная способность регулятора, м<sup>3</sup>/ч, принимаемая по данным (табл. 2.3).

Для регуляторных пунктов с технологической линией на базе регуляторов типа РДУК и РДБК:

$$Q_p = 1595 f P_{ex} \varphi \alpha \sqrt{\frac{1}{\rho_{\Gamma}}}, \quad (2.25)$$

где  $f$  – площадь седла клапана, см<sup>2</sup>, (табл. 2.4);

$\alpha$  – коэффициент расхода (табл. 2.4);

$\varphi$  – коэффициент, зависящий от отношения  $P_{в\text{ык}}/P_{в\text{х}}$  (рис. 2.1).

Таблица 2.3

Технические данные регуляторов типа РД

Технические данные	РД-32М			РД-50М			
	Диаметр клапанного отверстия, мм	4	6	10	11	15	20
Давление на входе, $P_{ex}$ , МПа	1,1-1,7	0,4-1,1	0,105-0,4	0,7-1,3	0,4-0,7	0,2-0,4	0,1-0,2
Паспортная пропускная способность, $Q_n$ , м <sup>3</sup> /ч	4	7,8	12	30	51	78	100

Таблица 2.4

Технические данные регуляторов типа РДУК и РДБК

Параметры	РДБК1-25	РДУК2-50 РДБК1-50	РДУК2-100 РДБК1-100		РДУК2-200
	Диаметр клапана, мм				
	20	35	50	70	105
Площадь седла клапана (с учетом площади штока), $f$ , см <sup>2</sup>	3,14	9,6	19,6	38,4	86,5
Коэффициент расхода, $\alpha$	0,65	0,6	0,42	0,4	0,4

Расчетная пропускная способность регуляторного пункта должна быть больше номинальной не менее, чем на 15-20 %, т.е.

$$Q_p - Q_{pn} \geq 15 + 20 \%$$

Здесь  $Q_{pn}$  – номинальная пропускная способность регуляторного пункта.

Тип и пропускная способность фильтров могут быть определены в соответствии с рекомендациями [1, разд. 8]. При размещении регуляторных пунктов следует руководствоваться рекомендациями [2, п.п. 5.4-5.14].

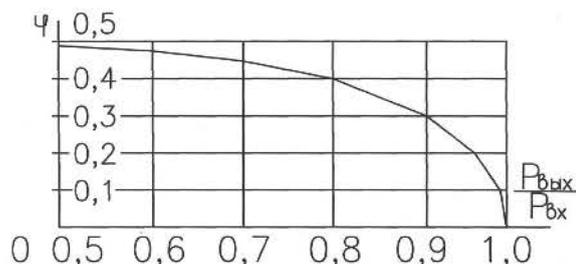


Рис. 2.1. График зависимости  $\varphi$  от отношения давлений  $P_{\text{вых}}/P_{\text{вх}}$  для природного газа

## 2.2. Общие положения по проектированию полиэтиленовых Трубопроводов

Можно произвести расчет распределительных систем газоснабжения населенного пункта из полиэтиленовых труб. По мнению руководителя или задания могут варьироваться в зависимости от предъявляемых требований. Пропускная способность полиэтиленовых газопроводов должна приниматься из условий создания при максимально допустимых потерях давления газа наиболее экономичной и надежной в эксплуатации системы, обеспечивающей устойчивость работы ГРП и газорегуляторных установок (ГРУ), а также работы горелок потребителей в допустимых диапазонах давления газа.

Расчет диаметра газопровода следует выполнять, как правило, на компьютере с оптимальным распределением расчетной потери давления между участками сети.

При невозможности или нецелесообразности выполнения расчета на компьютере (отсутствие соответствующей программы, отдельные участки газопроводов, и т.п.) гидравлический расчет допускается производить по приведенным ниже формулам или по номограммам.

Расчетные суммарные потери давления газа в газопроводах низкого давления (от источника газоснабжения до наиболее удаленного прибора) следует принимать не более 180 даПа, в том числе в распределительных газопроводах 120 даПа, в газопроводах-вводах и внутренних газопроводах – 60 даПа.

Падение давления на участке газовой сети следует определять:

- для сетей среднего и высокого давлений по формуле

$$P_n^2 - P_k^2 = \frac{P_0}{81\pi^2} \lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l = 1,2687 \cdot 10^{-4} \lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l \quad , \quad (2.26)$$

где  $P_n$  - абсолютное давление в начале газопровода, МПа;

$P_k$  - абсолютное давление в конце газопровода, МПа;

$P_0=0,101325$ МПа;

$\lambda$  - коэффициент гидравлического трения;

$l$  - расчетная длина газопровода постоянного диаметра, м;

$d$  - внутренний диаметр газопровода, см;

$\rho_0$  - плотность газа при нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_0$  - расход газа, м<sup>3</sup>/ч, при нормальных условиях;

– для сетей низкого давления по формуле

$$P_n - P_k = \frac{10^6}{162\pi^2} \lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l = 626,1\lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l \quad , \quad (2.27)$$

где  $P_n$  - давление в начале газопровода, Па;

$P_k$  - давление в конце газопровода, Па;

$\lambda, l, d, \rho_0, Q_0$  - обозначения те же, что и в формуле (2.26).

Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  следует определять в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса:

$$Re = \frac{Q_0}{9\pi d v} = 0,0354 \frac{Q_0}{d v} \quad , \quad (2.28)$$

где  $v$  - коэффициент кинематической вязкости газа, м<sup>2</sup>/с, при нормальных условиях,

$Q_0, d$  - обозначения те же, что и в формуле (2.26).

$$Re\left(\frac{n}{d}\right) < 23 \quad , \quad (2.29)$$

где  $Re$  - число Рейнольдса;

$n$  - эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы, принимаемая равной для новых стальных - 0,01 см, для бывших в эксплуатации стальных - 0,1 см, для полиэтиленовых независимо от времени эксплуатации - 0,0007см.;

$d$  - обозначения те же, что и в формуле (2.26).

В зависимости от значения  $Re$  коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  следует определять:

– для ламинарного режима движения газа  $Re < 2000$

$$\lambda = \frac{64}{Re}; \quad (2.30)$$

– для критического режима движения газа  $Re = 2000-4000$ :

$$\lambda = 0,0025 Re^{0,333}; \quad (2.31)$$

– при  $4000 < Re < 100000$  по формуле

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}; \quad (2.32)$$

– при  $Re > 100000$ :

$$\lambda = \frac{1}{1,281 \lg Re - 1,64}^2; \quad (2.33)$$

– для шероховатых стенок при  $Re > 4000$

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{n}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (2.34)$$

где  $n$  - обозначения то же что и в формуле (2.29);

$d$  - обозначения то же, что и в формуле (2.26).

Расчетный расход газа на участках распределительных наружных газопроводов низкого давления, имеющих путевые расходы газа, следует определять, как сумму транзитного и 0,5 путевого расхода.

Падение давления в местных сопротивлениях (колена, тройники, запорная арматура и др.) допускается учитывать путем увеличения фактической длины газопровода на 5-10 %.

При выполнении гидравлического расчета газопроводов приведенным по формулам (2.26)-(2.34), а также по различным методикам и программам для электронно-вычислительных машин, составленным на основе этих формул, расчетный внутренний диаметр газопровода следует предварительно определять по формуле

$$d_p = ml \sqrt{\frac{AB\rho_o Q_o^m}{\Delta P_{уд}}}, \quad (2.35)$$

где  $d_p$  - расчетный диаметр, см;

коэффициенты  $A, B, m, ml$  определяются по табл. 2.5 и 2.6 в зависимости от категории сети (по давлению) и материала газопровода;

$Q_o$  - расчетный расход газа, м<sup>3</sup>/ч. при нормальных условиях;

$\Delta P_{уд}$  - удельные потери давления, (Па/м - для сетей низкого давления, МПа/м - для сетей среднего и высокого давления) определяемые по формуле

$$\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{доп}}{1,1L}, \quad (2.36)$$

где  $\Delta P_{доп}$  - допустимые потери давления, (Па - для сетей низкого давления, МПа/м - для сетей среднего и высокого давления);

$L$  - расстояние до самой удаленной точки, м.

Таблица 2.5

Категория сети	A
Сети низкого давления	$10^6/(162\pi^2)=626$
Сети среднего и высокого давления	$P_o/(P_T 162\pi^2)$ ; $P_o=0,101325$ МПа, $P_T$ - среднее давление газа (абсолютное) в сети, МПа;

Таблица 2.6

Материал	B	m	ml
сталь	0,022	2	5
полиэтилен	$0,3164(9\pi\nu)^{0,25} = 0,0446$ , $\nu$ - кинематическая вязкость газа при нормальных условиях	1,75	4,75

Внутренний диаметр газопровода следует принимать из стандартного ряда внутренних диаметров трубопроводов ближайший больший - для стальных газопроводов и меньший - для полиэтиленовых.

### 2.2.1. Пример расчета тупиковой газораспределительной сети

Приведем пример одного из вариантов расчета тупиковой газораспределительной сети. Расчет выполняется как вручную, так и на ЭВМ с помощью программы «РАСГАЗ». В качестве исходных данных используется структура сети, расчетный расход газа на сеть, длины участков, категория давления (рис. 2.2). Формулы гидравлического расчета газопроводов приведены выше и в методических указаниях по расчету газораспределительной сети [13].

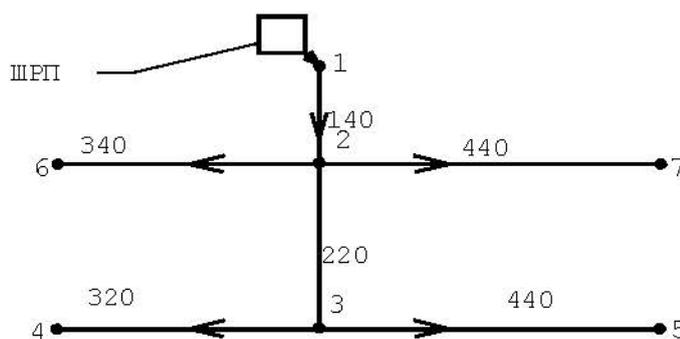


Рис. 2.2. Тупиковая газораспределительная сеть

1. Расчетный расход газа на сеть низкого давления  $Q_{\text{ШРП}}=1377,4 \text{ нм}^3/\text{ч}$
2. Определение удельного путевого расхода

$$q = Q_{\text{супн}} / \sum L = 1377,4 / 1900 = 0,725 \text{ нм}^3/\text{ч} \cdot \text{м}$$

3. Определение путевых расходов участков

$$\begin{aligned} Q_{\text{п1-2}} &= 0,725 \cdot 140 = 101,5 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{п2-6}} &= 0,725 \cdot 340 = 246,5 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{п2-7}} &= 0,725 \cdot 440 = 319,0 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{п2-3}} &= 0,725 \cdot 220 = 159,5 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{п3-4}} &= 0,725 \cdot 320 = 232,0 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{п3-5}} &= 0,725 \cdot 440 = 319,0 \text{ нм}^3/\text{ч} \end{aligned}$$

4. Определение транзитных расходов участков

$$\begin{aligned} Q_{\text{тр3-4}} &= 0 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{тр3-5}} &= 0 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{тр2-3}} &= Q_{\text{п3-5}} + Q_{\text{п3-4}} = 232 + 319 = 551,0 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{тр2-6}} &= 0 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{тр2-7}} &= 0 \text{ нм}^3/\text{ч}; \\ Q_{\text{тр1-2}} &= Q_{\text{тр2-3}} + Q_{\text{п2-3}} + Q_{\text{п2-7}} + Q_{\text{п2-6}} = 551,0 + 159,5 + 246,5 + 319,0 = 1276 \text{ нм}^3/\text{ч} \end{aligned}$$

5. Определение расчетных расходов участков

$$\begin{aligned} Q_{\text{р3-4}} &= 0,5 \cdot 232,0 = 116 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{р3-5}} &= 0,5 \cdot 319,0 = 159,5 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{р2-3}} &= 0,5 Q_{\text{п2-3}} + Q_{\text{тр2-3}} = 0,5 \cdot 159,5 + 551,0 = 630,75 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{р2-6}} &= 0,5 \cdot 246,5 = 123,25 \text{ нм}^3/\text{ч}; & Q_{\text{р2-7}} &= 0,5 \cdot 319 = 159,5 \text{ нм}^3/\text{ч} \\ Q_{\text{р1-2}} &= 0,5 Q_{\text{п1-2}} + Q_{\text{тр1-2}} = 0,5 \cdot 101,5 + 1276 = 1326,75 \text{ нм}^3/\text{ч} \end{aligned}$$

Проверка:  $Q_{p1-2} + Q_{uzl} = Q_{шрп}$   
 $1326,75 + 0,5 \cdot 101,5 = 1377,5 \text{ м}^3/\text{ч}$   
 $\delta = (1377,5 - 1377,4) / 1377,5 \cdot 100\% = 0,0007\%$

#### 6. Определение гидравлического уклона

$$R^{1-2-3-5} = 1080 / (140 + 220 + 440) = 1,35 \text{ Па/м}$$

$$R^{1-2-6} = (1080 - 1,35 \cdot 140) / 340 = 2,62 \text{ Па/м}$$

$$R^{1-2-7} = (1080 - 1,35 \cdot 140) / 440 = 2,025 \text{ Па/м}$$

$$R^{1-2-3-4} = [1080 - 1,35 \cdot (140 + 220)] / 320 = 1,856 \text{ Па/м}$$

По расчетным расходам на участках и гидравлическим уклонам определяем стандартные диаметры участков сети с использованием номограммы (в данном случае низкого давления). Далее уточняем фактические гидравлические уклоны в соответствии с выбранными стандартными диаметрами (приведены в сортаменте на ПЭ трубы).

#### 7. Определение потерь давления на участках сети:

$$\Delta p_{3-5} = 1,35 \cdot 440 = 594 \text{ Па}; \Delta p_{2-3} = 1,35 \cdot 220 = 297 \text{ Па}; \Delta p_{1-2} = 1,35 \cdot 140 = 189 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{2-6} = 2,62 \cdot 340 = 890,8 \text{ Па}; \Delta p_{2-7} = 2,025 \cdot 440 = 891 \text{ Па}; \Delta p_{3-4} = 1,856 \cdot 320 = 594 \text{ Па}$$

#### 8. Определение давлений в конечных точках участков:

$$p_{к1-2} = 3000 - 189 = 2811 \text{ Па}; p_{к2-3} = 2811 - 297 = 2514 \text{ Па}; p_{к3-5} = 2514 - 594 = 1920 \text{ Па}$$

$$p_{к2-6} = 2811 - 890,8 = 1920,2 \text{ Па}; p_{к2-7} = 2811 - 891 = 1920 \text{ Па}; p_{к3-4} = 2514 - 594 = 1920 \text{ Па}$$

В результате расчета при помощи номограмм [2] были подобраны диаметры на участках газораспределительной сети. Результаты расчета см. табл. 2.7.

Таблица 2.7

Результаты гидравлического расчета газораспределительной сети низкого давления с помощью ручного и машинного счета

№ уч.	Длин а, м	Qп, м <sup>3</sup> /ч	Qгр, м <sup>3</sup> /ч	Qр, м <sup>3</sup> /ч	R, Па/м	Δр, Па	Рк, Па	СП 42-101-2003		номогр. dползет
								dст	dпл	
1-2	140	101,5	1276	1326,8	1,35	189	2811	273	225	<b>225</b>
2-3	220	159,5	551	630,75	1,35	297	2514	194	180	<b>160</b>
3-5	440	319	0	159,5	1,35	594	1920	89	90	<b>75</b>
2-6	340	246,5	0	123,25	2,62	890,8	1920,2	76	75	<b>60</b>
2-7	440	319	0	159,5	2,03	891	1920	89	90	<b>75</b>
3-4	320	232	0	116,0	1,86	594	1920	89	90	<b>75</b>

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа – вид учебной деятельности, предназначенный для приобретения знаний, навыков и умений в объеме изучаемой дисциплины, который выполняется обучающимся индивидуально и предполагает активную роль обучающегося в ее планировании, осуществлении и контроле.

Самостоятельный труд развивает организованность, дисциплинированность, волю, упорство в достижении поставленной цели, вырабатывает умение анализировать факты и явления в достижении поставленной цели, вырабатывает умение анализировать факты и явления, учит самостоятельному мышлению, что приводит к развитию и созданию собственного мнения, своих взглядов.

Основные цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений, обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов:
  - творческой инициативы;
  - самостоятельности;
  - ответственности;
  - организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

*Методические указания по самостоятельной работе.* Успешное изучение данной дисциплины возможно только при правильной организации самостоятельной работы обучающегося. Ни в какой мере нельзя ограничиваться только прослушиванием и конспектированием лекции. Она должна ознакомить обучающегося с сутью и основным содержанием той или иной темы. Лекция очерчивает круг вопросов, проблем, по которым обучающийся с помощью учебников, учебных пособий получает прочные, конкретные знания. Желательно ознакомиться с рекомендованной в программе курса литературой [1, 8, 9, 13 и др.], дающей дополнительные знания по пройденному материалу.

Обучающийся должен понимать, что только он сам, самостоятельно, путем добросовестного усвоения содержания лекций, изучения учебной и дополнительной литературы, путем вдумчивой и добросовестной подготовки к занятиям может приобрести прочные и глубокие знания по курсу, которые необходимы не только для получения знаний, отвечающих требованиям высшего образования, но и для применения их на практике.

Наиболее традиционными и привычными являются следующие способы отыскания литературы: работа с библиографическими изданиями в библиотеках; изучение специальных выпусков отсылок к литературе, систематизированных по отраслям деятельности, разделам либо конкретным проблемам; использование библиотечных каталогов, которые в настоящее время представлены преимущественно в виде электронных баз данных.

В порядке совета можно выделить несколько способов оценки научного текста:

- во-первых, определение предназначенности работы – полемическая, альтернативная, острокритическая, традиционная;
- во-вторых, сопоставление даты издания книги или журнала и изменений в законе, учитывая тенденции развития науки (например, выбирая учебник, желательно руководствоваться именно этим способом);
- в-третьих, сопоставление хотя бы нескольких литературных источников с тем, чтобы действительно оценить полноту разработки предмета, уровень и объем проводимых соображений;
- в-четвертых, консультирование с ведущим преподавателем.

#### **4. ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

*1. SDR - это:*

- а) отношение наружного диаметра к толщине стенки;
- б) отношение внутреннего диаметра к толщине стенки;
- в) диаметр условного прохода;
- г) все ответы верны.

*2. MRS - это:*

- а) минимальная длительная прочность;
- б) максимальное рабочее давление;
- в) размерность по давлению;
- г) все ответы верны.

*3. По мировым стандартам коэффициент запаса прочности принимается:*

- а) 2;    б) 2,5;    в) 3,0;    г) все ответы верны.

*4. Как обозначается полиэтиленовый газопровод:*

- а) Труба ПЭ 80 ГАЗ SDR 11 - 110×10 ГОСТ Р 50838-95;
- б) Труба ПЭ SDR 11 - 110×10 ГОСТ Р 50838-95;
- в) Труба ПЭ 80 ГАЗ - 110×10 ГОСТ Р 50838-95;
- г) все ответы верны.

*5. Полиэтиленовые газопроводы выпускаются в соответствии с:*

- а) ГОСТ Р 50838 – 95;
- б) ГОСТ Р 50444 – 95;
- в) ГОСТ Р 2.605 – 09;
- г) все ответы не верны.

*6. Гидравлический расчет газопровода необходим для:*

- а) определения вязкости и скорости газа;
- б) определения расходов газа и удельных потерь давления;
- в) определения диаметров газопроводов, обеспечивающих пропуск необходимых объемов газа при допустимых перепадах давления;
- г) определение узловых давлений и удельных потерь давлений газа.

*7. При разработке проекта газоснабжения населенного пункта основными задачами являются:*

- а) определение степени оснащённости потребителей газовыми плитами, проточными и емкостными водонагревателями;
- б) получение сведений о грунтах, климатических данных, наличие инженерных коммуникаций;
- в) определение расчетного расхода газа, выбор схемы газоснабжения, гидравлический расчет газопроводов;
- г) разработка генеральных планов и получение сведений о геодезических уровнях.

*8. К системам газоснабжения населенного пункта предъявляются требования:*

- а) экономичность при эксплуатации;
- б) устройство и безопасность эксплуатации;
- в) надежная и бесперебойная подача газа потребителю с заданным давлением, безопасность и экономичность при эксплуатации, возможность аварийных переключений;
- г) экономичность, ремонтпригодность и безопасность эксплуатации.

*9. Выбор системы газоснабжения населенного пункта зависит от следующих факторов:*

- а) насыщенность уличных проездов инженерными коммуникациями;
- б) климатические и геологические условия;
- в) характер планировки и плотность застройки, размещение потребителей газа, насыщенность инженерными коммуникациями уличных проездов, климатических и геологических условий, источника газоснабжения и стоимости газа;
- г) характер планировки и плотность застройки, размещение потребителей газа.

*10. Назначение регулятора давления газа:*

- а) перекрывать подачу газа потребителю;
- б) снижать и поддерживать заданное давление газа;
- в) осуществлять выброс газа в атмосферу;
- г) повышать и поддерживать заданное давление газа.

*11. Для определения пропускной способности при подборе регуляторов типа РДУК и РДБК необходимы исходные данные:*

- а) низшая теплота сгорания газа, пределы воспламенения, число «Ваббе»;
- б) скорость газа, температура, выходное давление газа;
- в) площадь седла клапана, расход газа, давление газа (входное), плотность газа);
- г) вязкость газа, высшая теплота сгорания газа.

*12. Регуляторы прямого и непрямого действия отличаются:*

- а) принципом действия;
- б) конструкцией;
- в) дополнительным устройством;
- г) условиями эксплуатации.

*13. Назначение предохранительно-запорного клапана:*

- а) перекрывать подачу газа потребителю при аварийном повышении или понижении давления после регулятора;
- б) перекрывать газ при номинальном давлении перед горелкой у потребителя;
- в) осуществлять регулирование давления газа;
- г) перекрывать подачу газа при аварийном повышении или понижении давления перед регулятором.

*14. Порядок установки оборудования в схеме ГРП, ШРП, ГРУ следующий:*

- а) регулятор давления газа, фильтр, предохранительно-сбросной клапан, предохранительно-запорный клапан;
- б) фильтр, предохранительно-запорный клапан, регулятор давления газа, предохранительно-сбросной клапан;
- в) предохранительно-запорный клапан, предохранительно-сбросной клапан, регулятор давления газа, фильтр;
- г) регулятор давления, предохранительно-сбросной клапан, фильтр, предохранительно-запорный клапан.

*15. Работа ГРП на байпасе (обводном трубопроводе) разрешается*

- а) при подключении к ГРП потребителя;
- б) при проведении техосмотра и профилактических ремонтных работ;
- в) при проведении капитального ремонта;
- г) при недопустимом понижении давления перед ГРП.

16. Трубы из полиэтилена относят к ... .. классу опасности.  
а) 4; б) 5; в) 1; г) не относятся к классам опасности.

17. Прокладку полиэтиленовых газопроводов осуществляют:  
а) надземно;  
б) подземно;  
в) наземно;  
г) все ответы верны.

18. В местах пересечения газопроводов с подземными коллекторами, каналами и коммуникациями следует предусматривать прокладку газопровода в:

- а) обваловке;
- б) рукаве;
- в) футляре;
- г) все ответы верны.

19. Запрещается прокладка газопроводов из полиэтиленовых труб:

- а) в просадочных грунтах;
- б) для транспортирования газов, содержащих ароматические и хлорированные углеводороды, а также жидкой фазы СУГ;
- в) в футляре;
- г) все ответы верны.

20. Пересечение водной преграды полиэтиленовым газопроводом осуществляется методом:

- а) дюкерной прокладки;
- б) при помощи снаряда;
- в) ННБ;
- г) ГНБ.

21. Связь между газопроводами различных давлений, но не более 1,2 МПа, осуществляют установки:

- а) газораспределительные станции (ГРС);
- б) газорегуляторные пункты (ГРП), газорегуляторные пункты шкафного типа (ШРП), газорегуляторные установки (ГРУ);
- в) головные газорегуляторные пункты (ГГРП);
- г) дроссельные устройства.

22. В бытовых газовых приборах применяются горелки:

- а) смесительные, вихревые горелки;
- б) плоскопламенные горелки;
- в) инжекционные многофакельные горелки низкого давления газа;

г) инжекционные горелки среднего давления.

*23. Гидравлический расчет газопровода необходим для:*

а) определения вязкости и скорости газа;

б) определения расходов газа и удельных потерь давления;

в) определения диаметров газопроводов, обеспечивающих пропуск необходимых объемов газа при допустимых перепадах давления;

г) определения узловых давлений и удельных потерь давлений газа.

*24. При разработке проекта газоснабжения населенного пункта основными задачами являются:*

а) определение степени оснащённости потребителей газовыми плитами, проточными и емкостными водонагревателями;

б) получение сведений о грунтах, климатических данных, наличие инженерных коммуникаций;

в) определение расчетного расхода газа, выбор схемы газоснабжения, гидравлический расчет газопроводов;

г) разработка генеральных планов и получение сведений о геодезических уровнях.

*25. Назначение регулятора давления газа:*

а) перекрывать подачу газа потребителю;

б) снижать и поддерживать заданное давление газа;

в) осуществлять выброс газа в атмосферу;

г) повышать и поддерживать заданное давление газа.

*26. Для приведения объема газа, полученного по счетчику, к нормальным условиям необходимо учитывать*

а) перепад давления, расход газа, давление газа;

б) скорость газа, избыточное давление газа, температуру газа в рабочих условиях;

в) абсолютное давление и температуру газа, абсолютную температуру и давление при нормальных условиях;

г) вязкость и массовый расход газа.

*27. Порядок установки оборудования в схеме ГРП, ШРП, ГРУ следующий*

а) регулятор давления газа, фильтр, предохранительно-сбросной клапан, предохранительно-запорный клапан;

б) фильтр, предохранительно-запорный клапан, регулятор давления газа, предохранительно-сбросной клапан;

в) предохранительно-запорный клапан, предохранительно-сбросной клапан, регулятор давления газа, фильтр;

г) регулятор давления, предохранительно-сбросной клапан, фильтр, предохранительно-запорный клапан.

28. Сетевой ГРП с расходом газа не менее 1000 м<sup>3</sup>/ч размещается

- а) под одной крышей с потребителем;
- б) в отдельно стоящем здании;
- в) монтируется на стене у потребителя;
- г) на крыше здания с потребителем внутри здания.

29. К системам газоснабжения населенного пункта предъявляются требования:

- а) экономичность при эксплуатации;
- б) устройство и безопасность эксплуатации;
- в) надежная и бесперебойная подача газа потребителю с заданным давлением, безопасность и экономичность при эксплуатации, возможность аварийных переключений;
- г) экономичность, ремонтпригодность и безопасность эксплуатации.

30. Системы газоснабжения по геометрическому построению могут быть:

- а) тупиковыми;
- б) кольцевыми;
- в) смешанными (комбинированными), тупиковыми, кольцевыми;
- г) кольцевыми, смешанными (комбинированными).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

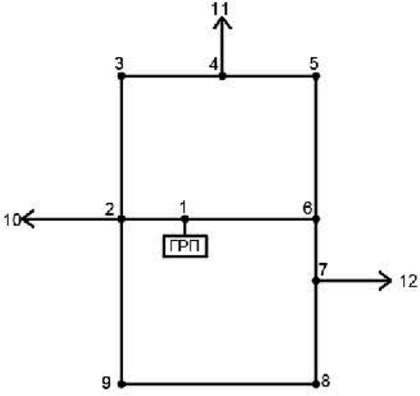
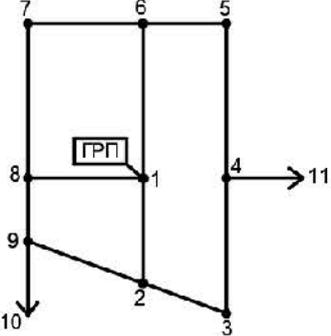
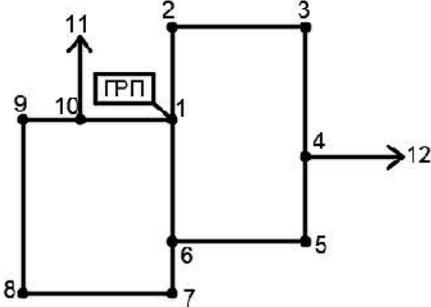
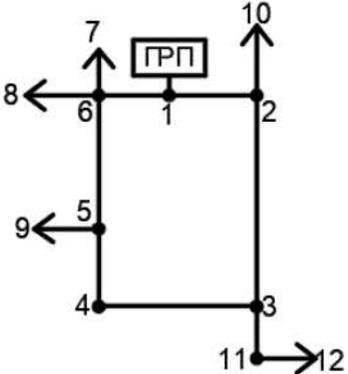
1. Ионин, А.А. Газоснабжение: учеб. для вузов [Текст] / А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
2. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. – Введ. 2003-07-08. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 238 с.
3. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – Введ. 2021-06-25. – М.: Минстрой России, 2020. – 146 с.
5. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 2021-07-01. – М.: Стандартинформ, 2021. – 156 с.
6. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. – Введ. 2003-11-26. – М.: ФГУП ЦПП, 2003. – 47 с.
7. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. – Введ. 2004-05-27. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 149 с.
8. СП 62.13330.2011\* Газораспределительные системы. – Введ. 2013-01-01. – М.: Госстрой, 2012. – 87 с.
9. Кязимов, К.Г. Справочник работника газового хозяйства [Текст] / К.Г. Кязимов. – М.: Высшая школа, 2006. – 278 с.
10. Исанова, А.В. Проектирование газораспределительных пунктов с применением телемеханики учета расхода газа: учебное пособие [Текст] / А.В. Исанова, В.И. Лукьяненко, Г.Н. Мартыненко. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 96 с.
11. Мартыненко, Г.Н. Проектирование городских и поселковых распределительных систем газоснабжения: учебное пособие [Текст] / Г.Н. Мартыненко, В.Н. Мелькумов, М.Я. Панов, Н.М. Попова // учеб. пособие – Воронеж, 2015. – 46с.
12. Колосов, А.И. Расчет газовых сетей населенных пунктов [Электронный ресурс] / А.И. Колосов, Г.Н. Мартыненко, С.В. Чуйкин; ВГТУ. – Воронеж, 2017 – 93 с.
13. Мартыненко, Г.Н. Проектирование и строительство полиэтиленовых газопроводов: учебное пособие [Текст] / Г.Н. Мартыненко, С.А. Горских, А.И. Колосов, Д.М. Чудинов – Воронеж, 2008. – 160 с.

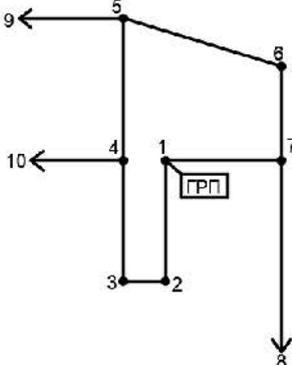
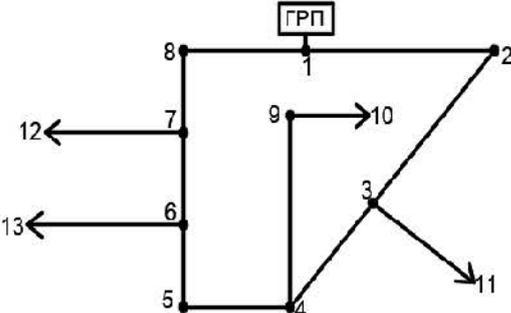
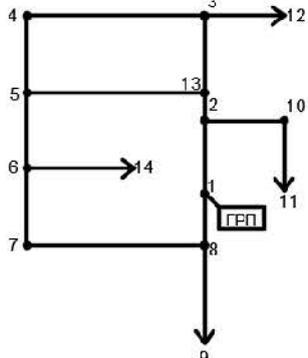
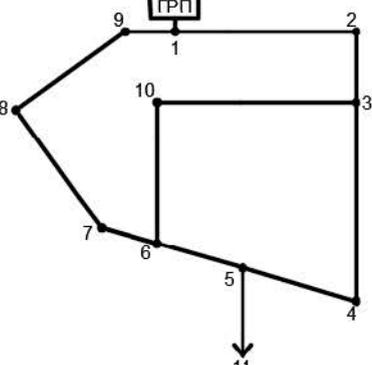
ПРИЛОЖЕНИЕ

№ Варианта	Схема сети	Исходные данные
1	<p>Network diagram for variant 1. Nodes are numbered 1 through 12. A central node is labeled 'ГРП'. The network consists of several interconnected lines forming a grid-like structure with a diagonal branch. Node 1 is the central node, with branches to nodes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12.</p>	$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{5-6} = 200 \text{ м};$ $L_{7-12} = 420 \text{ м};$ $L_{1-2} = 400 \text{ м};$ $L_{1-7} = 400 \text{ м};$ $L_{2-11} = 650 \text{ м};$ $L_{2-3} = 620 \text{ м};$ $L_{7-8} = 310 \text{ м};$ $L_{11-12} = 300 \text{ м};$ $L_{3-4} = 400 \text{ м};$ $L_{8-9} = 200 \text{ м};$ $L_{4-5} = 310 \text{ м};$ $L_{8-10} = 310 \text{ м};$ $L_{1-5} = 310 \text{ м};$ $L_{4-10} = 400 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 5300 \text{ м}^3/\text{ч}.$
2	<p>Network diagram for variant 2. Nodes are numbered 1 through 12. A central node is labeled 'ГРП'. The network consists of several interconnected lines forming a grid-like structure. Node 1 is the central node, with branches to nodes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12.</p>	$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 420 \text{ м};$ $L_{1-4} = 200 \text{ м};$ $L_{1-2} = 200 \text{ м};$ $L_{7-8} = 150 \text{ м};$ $L_{1-6} = 300 \text{ м};$ $L_{2-3} = 200 \text{ м};$ $L_{8-9} = 270 \text{ м};$ $L_{11-12} = 200 \text{ м}.$ $L_{3-4} = 200 \text{ м};$ $L_{8-10} = 150 \text{ м};$ $L_{4-5} = 300 \text{ м};$ $L_{10-11} = 210 \text{ м};$ $L_{5-6} = 200 \text{ м};$ $L_{1-11} = 210 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 2900 \text{ м}^3/\text{ч}.$
3	<p>Network diagram for variant 3. Nodes are numbered 1 through 12. A central node is labeled 'ГРП'. The network consists of several interconnected lines forming a grid-like structure. Node 1 is the central node, with branches to nodes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12.</p>	$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 120 \text{ м};$ $L_{3-12} = 170 \text{ м};$ $L_{1-2} = 230 \text{ м};$ $L_{7-8} = 180 \text{ м};$ $L_{5-6} = 520 \text{ м};$ $L_{2-3} = 160 \text{ м};$ $L_{8-9} = 400 \text{ м};$ $L_{8-11} = 150 \text{ м};$ $L_{3-4} = 520 \text{ м};$ $L_{9-10} = 180 \text{ м};$ $L_{4-5} = 230 \text{ м};$ $L_{7-10} = 400 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3400 \text{ м}^3/\text{ч}.$

4		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 180 \text{ м};$ $L_{1-14} = 400 \text{ м};$ $L_{1-2} = 300 \text{ м};$ $L_{6-9} = 240 \text{ м};$ $L_{14-15} = 230 \text{ м};$ $L_{1-3} = 150 \text{ м};$ $L_{9-10} = 270 \text{ м};$ $L_{14-16} = 350 \text{ м};$ $L_{3-4} = 150 \text{ м};$ $L_{9-11} = 310 \text{ м};$ $L_{13-6} = 200 \text{ м};$ $L_{4-5} = 200 \text{ м};$ $L_{11-12} = 200 \text{ м};$ $L_{3-13} = 200 \text{ м};$ $L_{12-13} = 550 \text{ м};$ $L_{6-7} = 160 \text{ м};$ $L_{12-14} = 200 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3150 \text{ м}^3/\text{ч}.$
5		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{5-6} = 170 \text{ м};$ $L_{8-9} = 320 \text{ м};$ $L_{1-2} = 120 \text{ м};$ $L_{5-7} = 360 \text{ м};$ $L_{9-10} = 325 \text{ м};$ $L_{2-3} = 210 \text{ м};$ $L_{2-7} = 190 \text{ м};$ $L_{1-10} = 320 \text{ м};$ $L_{3-4} = 150 \text{ м};$ $L_{3-12} = 340 \text{ м};$ $L_{10-11} = 90 \text{ м};$ $L_{4-5} = 190 \text{ м};$ $L_{1-8} = 325 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$
6		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 155 \text{ м};$ $L_{5-11} = 180 \text{ м};$ $L_{1-2} = 260 \text{ м};$ $L_{7-8} = 155 \text{ м};$ $L_{7-12} = 270 \text{ м};$ $L_{2-3} = 270 \text{ м};$ $L_{8-9} = 490 \text{ м};$ $L_{8-13} = 180 \text{ м};$ $L_{3-4} = 480 \text{ м};$ $L_{1-9} = 310 \text{ м};$ $L_{4-5} = 90 \text{ м};$ $L_{2-6} = 480 \text{ м};$ $L_{5-6} = 180 \text{ м};$ $L_{5-10} = 210 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 4150 \text{ м}^3/\text{ч}.$

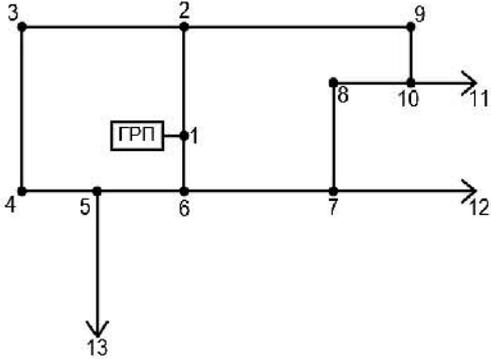
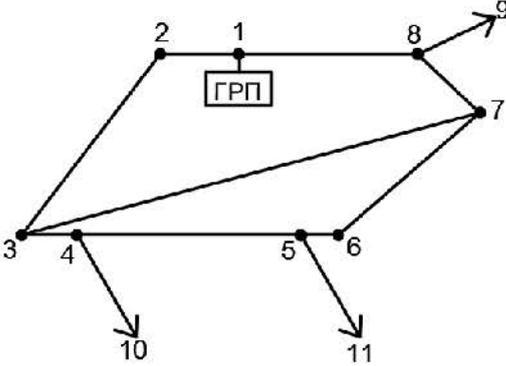
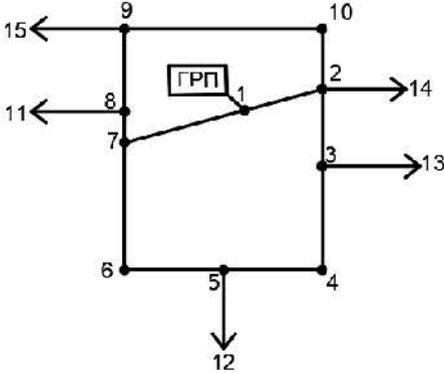
7		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 200 \text{ м};$ $L_{3-6} = 940 \text{ м};$ $L_{1-2} = 330 \text{ м};$ $L_{7-8} = 300 \text{ м};$ $L_{5-13} = 150 \text{ м};$ $L_{2-3} = 700 \text{ м};$ $L_{8-9} = 270 \text{ м};$ $L_{6-12} = 160 \text{ м};$ $L_{3-4} = 630 \text{ м};$ $L_{8-10} = 120 \text{ м};$ $L_{4-5} = 340 \text{ м};$ $L_{8-11} = 120 \text{ м};$ $L_{5-6} = 360 \text{ м};$ $L_{1-7} = 100 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 5900 \text{ м}^3/\text{ч}.$
8		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 230 \text{ м};$ $L_{1-2} = 210 \text{ м};$ $L_{7-9} = 180 \text{ м};$ $L_{2-3} = 295 \text{ м};$ $L_{2-9} = 345 \text{ м};$ $L_{3-4} = 190 \text{ м};$ $L_{2-5} = 300 \text{ м};$ $L_{4-5} = 215 \text{ м};$ $L_{1-10} = 190 \text{ м};$ $L_{5-6} = 345 \text{ м};$ $L_{10-11} = 330 \text{ м};$ $L_{6-7} = 210 \text{ м};$ $L_{10-12} = 265 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3400 \text{ м}^3/\text{ч}.$
9		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 295 \text{ м};$ $L_{1-2} = 160 \text{ м};$ $L_{1-5} = 430 \text{ м};$ $L_{2-3} = 200 \text{ м};$ $L_{1-7} = 240 \text{ м};$ $L_{3-4} = 365 \text{ м};$ $L_{7-9} = 370 \text{ м};$ $L_{4-5} = 350 \text{ м};$ $L_{9-10} = 400 \text{ м};$ $L_{5-6} = 425 \text{ м};$ $L_{2-10} = 370 \text{ м};$ $L_{6-7} = 460 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$
10		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 330 \text{ м};$ $L_{2-12} = 210 \text{ м};$ $L_{1-2} = 160 \text{ м};$ $L_{7-8} = 420 \text{ м};$ $L_{4-13} = 185 \text{ м};$ $L_{2-3} = 150 \text{ м};$ $L_{8-9} = 330 \text{ м};$ $L_{3-4} = 190 \text{ м};$ $L_{9-10} = 170 \text{ м};$ $L_{4-5} = 180 \text{ м};$ $L_{1-8} = 100 \text{ м};$ $L_{5-6} = 410 \text{ м};$ $L_{8-11} = 170 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$

11		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 180 \text{ м};$ $L_{4-11} = 170 \text{ м};$ $L_{1-2} = 200 \text{ м};$ $L_{7-8} = 300 \text{ м};$ $L_{7-12} = 215 \text{ м};$ $L_{2-3} = 415 \text{ м};$ $L_{8-9} = 560 \text{ м};$ $L_{3-4} = 290 \text{ м};$ $L_{2-9} = 480 \text{ м};$ $L_{4-5} = 270 \text{ м};$ $L_{2-10} = 285 \text{ м};$ $L_{5-6} = 415 \text{ м};$ $L_{1-6} = 360 \text{ м}; Q_p^{н.д.} = 3220 \text{ м}^3/\text{ч}.$
12		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 270 \text{ м};$ $L_{1-8} = 270 \text{ м};$ $L_{7-8} = 365 \text{ м};$ $L_{4-11} = 185 \text{ м};$ $L_{8-9} = 150 \text{ м};$ $L_{3-4} = 320 \text{ м};$ $L_{9-10} = 175 \text{ м};$ $L_{4-5} = 365 \text{ м};$ $L_{2-9} = 285 \text{ м};$ $L_{5-6} = 195 \text{ м};$ $L_{1-6} = 365 \text{ м}; Q_p^{н.д.} = 3470 \text{ м}^3/\text{ч}.$
13		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 315 \text{ м};$ $L_{1-2} = 195 \text{ м};$ $L_{8-9} = 370 \text{ м};$ $L_{2-3} = 280 \text{ м};$ $L_{9-10} = 120 \text{ м};$ $L_{3-4} = 275 \text{ м};$ $L_{10-11} = 175 \text{ м};$ $L_{4-5} = 180 \text{ м};$ $L_{1-10} = 195 \text{ м};$ $L_{5-6} = 280 \text{ м};$ $L_{1-6} = 260 \text{ м};$ $L_{6-7} = 110 \text{ м};$ $L_{4-12} = 205 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 2930 \text{ м}^3/\text{ч}.$
14		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-8} = 125 \text{ м};$ $L_{1-2} = 150 \text{ м};$ $L_{5-9} = 110 \text{ м};$ $L_{2-3} = 365 \text{ м};$ $L_{1-6} = 120 \text{ м};$ $L_{3-4} = 270 \text{ м};$ $L_{2-10} = 120 \text{ м};$ $L_{4-5} = 135 \text{ м};$ $L_{3-11} = 90 \text{ м};$ $L_{5-6} = 230 \text{ м};$ $L_{3-12} = 110 \text{ м};$ $L_{6-7} = 85 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$

15		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 245 \text{ м};$ $L_{1-2} = 315 \text{ м};$ $L_{7-8} = 500 \text{ м};$ $L_{2-3} = 110 \text{ м};$ $L_{1-7} = 300 \text{ м};$ $L_{3-4} = 315 \text{ м};$ $L_{4-10} = 240 \text{ м};$ $L_{4-5} = 370 \text{ м};$ $L_{5-9} = 270 \text{ м};$ $L_{5-6} = 430 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3425 \text{ м}^3/\text{ч}.$
16		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 190 \text{ м};$ $L_{7-12} = 310 \text{ м};$ $L_{1-2} = 425 \text{ м};$ $L_{7-8} = 170 \text{ м};$ $L_{6-13} = 350 \text{ м};$ $L_{2-3} = 415 \text{ м};$ $L_{1-8} = 275 \text{ м};$ $L_{3-4} = 285 \text{ м};$ $L_{4-9} = 395 \text{ м};$ $L_{4-5} = 240 \text{ м};$ $L_{9-10} = 180 \text{ м};$ $L_{5-6} = 170 \text{ м};$ $L_{3-11} = 280 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3900 \text{ м}^3/\text{ч}.$
17		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 210 \text{ м};$ $L_{3-12} = 215 \text{ м};$ $L_{1-2} = 200 \text{ м};$ $L_{7-8} = 480 \text{ м};$ $L_{5-13} = 480 \text{ м};$ $L_{2-13} = 75 \text{ м};$ $L_{1-8} = 140 \text{ м};$ $L_{6-14} = 290 \text{ м};$ $L_{3-4} = 480 \text{ м};$ $L_{2-10} = 215 \text{ м};$ $L_{13-3} = 210 \text{ м};$ $L_{4-5} = 210 \text{ м};$ $L_{10-11} = 190 \text{ м};$ $L_{5-6} = 205 \text{ м};$ $L_{8-9} = 265 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3310 \text{ м}^3/\text{ч}.$
18		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 380 \text{ м};$ $L_{1-2} = 470 \text{ м};$ $L_{8-9} = 350 \text{ м};$ $L_{2-3} = 185 \text{ м};$ $L_{1-9} = 130 \text{ м};$ $L_{3-4} = 520 \text{ м};$ $L_{3-10} = 515 \text{ м};$ $L_{4-5} = 305 \text{ м};$ $L_{6-10} = 370 \text{ м};$ $L_{5-6} = 230 \text{ м};$ $L_{5-11} = 230 \text{ м};$ $L_{6-7} = 150 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 5220 \text{ м}^3/\text{ч}.$

19		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 220 \text{ м};$ $L_{1-2} = 540 \text{ м};$ $L_{1-7} = 515 \text{ м};$ $L_{2-3} = 360 \text{ м};$ $L_{3-8} = 210 \text{ м};$ $L_{3-4} = 340 \text{ м};$ $L_{5-9} = 170 \text{ м};$ $L_{4-5} = 220 \text{ м};$ $L_{6-10} = 170 \text{ м};$ $L_{5-6} = 300 \text{ м};$ $L_{1-4} = 340 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$
20		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-10} = 210 \text{ м};$ $L_{1-2} = 70 \text{ м};$ $L_{10-7} = 210 \text{ м};$ $L_{2-3} = 325 \text{ м};$ $L_{1-7} = 230 \text{ м};$ $L_{3-11} = 150 \text{ м};$ $L_{7-8} = 370 \text{ м};$ $L_{11-4} = 150 \text{ м};$ $L_{4-9} = 370 \text{ м};$ $L_{4-5} = 425 \text{ м};$ $L_{5-6} = 325 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3670 \text{ м}^3/\text{ч}.$
21		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 450 \text{ м};$ $L_{3-10} = 200 \text{ м};$ $L_{1-2} = 50 \text{ м};$ $L_{7-8} = 305 \text{ м};$ $L_{4-11} = 200 \text{ м};$ $L_{2-3} = 200 \text{ м};$ $L_{8-9} = 205 \text{ м};$ $L_{7-12} = 150 \text{ м};$ $L_{3-4} = 300 \text{ м};$ $L_{3-9} = 350 \text{ м};$ $L_{8-13} = 150 \text{ м};$ $L_{4-5} = 440 \text{ м};$ $L_{1-6} = 250 \text{ м};$ $L_{5-6} = 305 \text{ м};$ $L_{2-8} = 390 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 4930 \text{ м}^3/\text{ч}.$
22		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{5-6} = 265 \text{ м};$ $L_{1-2} = 160 \text{ м};$ $L_{5-8} = 210 \text{ м};$ $L_{2-3} = 320 \text{ м};$ $L_{3-7} = 210 \text{ м};$ $L_{3-9} = 210 \text{ м};$ $L_{1-6} = 250 \text{ м};$ $L_{9-4} = 320 \text{ м};$ $L_{6-9} = 540 \text{ м};$ $L_{4-5} = 445 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3545 \text{ м}^3/\text{ч}.$

23		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{7-8} = 500 \text{ м};$ $L_{2-6} = 350 \text{ м};$ $L_{1-2} = 150 \text{ м};$ $L_{8-9} = 300 \text{ м};$ $L_{3-11} = 300 \text{ м};$ $L_{2-3} = 100 \text{ м};$ $L_{9-10} = 150 \text{ м};$ $L_{8-13} = 240 \text{ м};$ $L_{3-4} = 200 \text{ м};$ $L_{10-11} = 350 \text{ м};$ $L_{4-5} = 350 \text{ м};$ $L_{11-12} = 225 \text{ м};$ $L_{5-6} = 300 \text{ м};$ $L_{1-9} = 150 \text{ м};$ $L_{6-7} = 500 \text{ м};$ $L_{1-7} = 500 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 5370 \text{ м}^3/\text{ч}.$
24		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 360 \text{ м};$ $L_{8-11} = 150 \text{ м};$ $L_{1-2} = 200 \text{ м};$ $L_{7-8} = 560 \text{ м};$ $L_{1-6} = 200 \text{ м};$ $L_{2-3} = 300 \text{ м};$ $L_{2-8} = 300 \text{ м};$ $L_{3-4} = 200 \text{ м};$ $L_{1-4} = 300 \text{ м};$ $L_{4-5} = 200 \text{ м};$ $L_{2-9} = 150 \text{ м};$ $L_{5-6} = 320 \text{ м};$ $L_{3-10} = 150 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 2980 \text{ м}^3/\text{ч}.$
25		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 570 \text{ м};$ $L_{5-11} = 150 \text{ м};$ $L_{1-2} = 370 \text{ м};$ $L_{1-7} = 400 \text{ м};$ $L_{6-12} = 150 \text{ м};$ $L_{2-3} = 100 \text{ м};$ $L_{1-8} = 370 \text{ м};$ $L_{7-13} = 150 \text{ м};$ $L_{3-4} = 360 \text{ м};$ $L_{2-6} = 400 \text{ м};$ $L_{8-14} = 150 \text{ м};$ $L_{4-5} = 500 \text{ м};$ $L_{3-9} = 150 \text{ м};$ $L_{5-6} = 360 \text{ м};$ $L_{4-10} = 150 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 4870 \text{ м}^3/\text{ч}.$

26		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м}; \quad L_{6-7} = 350 \text{ м};$ $L_{5-13} = 310 \text{ м};$ $L_{1-2} = 250 \text{ м}; \quad L_{7-8} = 230 \text{ м};$ $L_{7-12} = 330 \text{ м};$ $L_{2-3} = 380 \text{ м};$ $L_{8-10} = 180 \text{ м}; \quad L_{10-11} = 150 \text{ м};$ $L_{3-4} = 350 \text{ м}; \quad L_{10-9} = 120 \text{ м};$ $L_{4-5} = 170 \text{ м}; \quad L_{2-9} = 435 \text{ м};$ $L_{5-6} = 210 \text{ м};$ $L_{1-6} = 100 \text{ м}; \quad Q_p^{н.д} = 2825 \text{ м}^3/\text{ч}.$
27		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м}; \quad L_{6-7} = 350 \text{ м};$ $L_{5-11} = 220 \text{ м};$ $L_{1-2} = 145 \text{ м}; \quad L_{7-8} = 160 \text{ м};$ $L_{2-3} = 425 \text{ м}; \quad L_{1-8} = 330 \text{ м};$ $L_{3-4} = 100 \text{ м}; \quad L_{3-7} = 880 \text{ м};$ $L_{4-5} = 420 \text{ м}; \quad L_{8-9} = 160 \text{ м};$ $L_{5-6} = 70 \text{ м}; \quad L_{4-10} = 220 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3620 \text{ м}^3/\text{ч}.$
28		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м}; \quad L_{7-8} = 70 \text{ м};$ $L_{5-12} = 170 \text{ м};$ $L_{1-2} = 170 \text{ м}; \quad L_{9-9} = 180 \text{ м};$ $L_{9-15} = 200 \text{ м};$ $L_{2-3} = 165 \text{ м};$ $L_{9-10} = 425 \text{ м}; \quad L_{8-11} = 200 \text{ м};$ $L_{3-4} = 225 \text{ м}; \quad L_{2-10} = 130 \text{ м};$ $L_{4-5} = 215 \text{ м}; \quad L_{1-7} = 270 \text{ м};$ $L_{5-6} = 210 \text{ м}; \quad L_{2-14} = 180 \text{ м};$ $L_{6-7} = 275 \text{ м}; \quad L_{3-13} = 210 \text{ м};$ $Q_p^{н.д} = 3090 \text{ м}^3/\text{ч}.$

29		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м};$ $L_{6-7} = 90 \text{ м}; L_{11-12} = 270 \text{ м};$ $L_{1-2} = 160 \text{ м}; L_{7-8} = 60 \text{ м};$ $L_{6-12} = 170 \text{ м};$ $L_{2-3} = 200 \text{ м}; L_{8-9} = 360 \text{ м};$ $L_{3-4} = 210 \text{ м}; L_{9-10} = 200 \text{ м};$ $L_{4-5} = 360 \text{ м}; L_{1-9} = 240 \text{ м};$ $L_{5-6} = 150 \text{ м}; L_{2-11} = 220 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 2880 \text{ м}^3/\text{ч}.$
30		$L_{ГРП-1} = 15 \text{ м}; L_{6-7} = 300 \text{ м};$ $L_{2-11} = 300 \text{ м};$ $L_{1-2} = 285 \text{ м}; L_{7-8} = 500 \text{ м};$ $L_{2-3} = 245 \text{ м}; L_{8-9} = 300 \text{ м};$ $L_{3-4} = 460 \text{ м}; L_{9-10} = 245 \text{ м};$ $L_{4-5} = 245 \text{ м}; L_{1-5} = 175 \text{ м};$ $L_{5-6} = 60 \text{ м}; L_{6-9} = 500 \text{ м};$ $Q_p^{н.д.} = 4240 \text{ м}^3/\text{ч}.$

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Расчет характеристик газообразного топлива.....	4
2. Газораспределительные системы.....	6
2.1. Общие положения по выполнению курсового проекта.....	6
2.1.1. Определение потребления газа различными категориями потребителей.....	7
2.1.2. Коммунально-бытовое потребление.....	7
2.1.3. Потребление на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.....	8
2.1.4. Промышленное потребление.....	10
2.1.5. Расчет расхода газа на распределительную сеть.....	10
2.1.6. Гидравлический расчет распределительных газовых сетей низкого давления.....	11
2.1.7. Расчет распределительных газовых сетей средней (высокой) ступени давления.....	14
2.1.8. Выбор оборудования сетевого регуляторного пункта.....	16
2.2. Общие положения по проектированию полиэтиленовых трубопроводов.....	18
2.2.1. Пример расчета тупиковой газораспределительной сети.....	20
3. Организация самостоятельной работы.....	24
4. Тесты для самоконтроля.....	25
Библиографический список .....	31
Приложение .....	32

# ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и самостоятельной работе  
для обучающихся по направлению  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(профиль «Проектирование и строительство городских  
систем энергоснабжения») всех форм обучения*

### **Составитель**

**Колосова** Нелля Викторовна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 12.04.2023.

Уч.-изд. л. 2,4.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84