

Частное образовательное учреждение профессионального образования  
«Ставропольский многопрофильный колледж»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим занятиям и практической подготовке  
по дисциплине **ОП.5. Общие сведения об инженерных сетях территорий и  
зданий**

для обучающихся по специальности

08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Ставрополь, 2022

*сведения о сертификате ЭЦ*

Владелец: Кандаурова Наталья  
Владимировна, директор  
Сертификат:  
0298d2a100a6b37d85433743564d5a7918  
Действителен: с 01.12.2025 12:39:11 по  
01.03.2027 12:49:11



Данные методические указания разработаны в соответствии с ФГОС СПО по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений и программой МДК 02.01 Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов

Составитель: Тертица С. В.

Рассмотрено на заседании методического объединения УГС 08.00.00 «Техника и технологии строительства», 54.00.00 «Изобразительные и прикладные виды искусств»

Протокол № 5 от 25 мая 2022 г.

Рекомендовано Методическим советом СмК, протокол № 6 от 26 мая 2022 г.

## Содержание

Введение.....	4
Практическое занятие №1. Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах.....	6
Практическое занятие №2. Основы проектирования водопроводной сети	14
Практическая подготовка №1. Основы проектирования канализационной сети.....	18
Практическая подготовка №2. Рассмотрение принципиальных схем тепло поселения.....	снабжения33
Практическое занятие №3. Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения зданий.....	поселений и44
Список рекомендуемой литературы.....	51
Приложения.....	42

## **Введение**

Основной задачей методических указаний является приобретение практических навыков самостоятельного решения задач по технологии строительства сетей водоснабжения и канализации, теплогазоснабжения, электроснабжения, ознакомление с методиками расчета расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды и бытовых сточных вод, с основами теплотехнического расчета стен, потолка, с методиками подбора тепловых приборов отопления, закрепление и углубление знаний по системам водоснабжения и водоотведения, теплогазоснабжения и инженерных сетей зданий и сооружений.

Студент должен обладать следующими компетенциями:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей  
Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.1 Выполнять подготовительные работы на строительной площадке.

ПК 2.4. Осуществлять мероприятия по контролю качества выполняемых работ и расходуемых материалов.

ПК 3.5. Обеспечивать соблюдение требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиту окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, в том числе отделочных работ, ремонтных работ и работ по реконструкции и эксплуатации строительных объектов.

ПК 4.2. Выполнять мероприятия по технической эксплуатации конструкций и инженерного оборудования зданий.

ЛР13 Способный при взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей, стремящийся к формированию в строительной отрасли и системе жилищно-коммунального хозяйства личностного роста как профессионала

ЛР14 Способный ставить перед собой цели под для решения возникающих профессиональных задач, подбирать способы решения и средства развития, в том числе с использованием информационных технологий;

ЛР 16 Способный искать и находить необходимую информацию используя разнообразные технологии ее поиска, для решения возникающих в процессе производственной деятельности проблем при строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства.

## **Практическое занятие №1**

### **Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах**

#### **Теоретическая часть**

Инженерные сети населенных пунктов проектируют как комплексную систему, объединяющую все надземные и подземные сети с учетом их развития. Подземные сети прокладывают под улицами и дорогами. Для этого в поперечных профилях предусматривают места для укладки: на полосе между красной линией и линией застройки прокладывают кабельные сети (силовые связи, сети сигнализации и диспетчеризации), под тротуарами (проходные коллекторы, тепловые сети), на разделительных полосах (газо- и водопровод, хозяйственно-бытовая канализация).

При ширине улицы более 60 м в пределах красной линии сети водопроводов и канализации прокладывают по обеим сторонам улицы. При реконструкции проезжих частей обычно сети, расположенные под ними, переносят под разделительные полосы и тротуары.

Городские подземные коммуникации постоянно развиваются. Подземные сети подразделяют на транзитные, магистральные и распределительные (разводящие).

Транзитные – коммуникации, которые проходят через город, но в нем не используются.

Магистральные – основные сети города, по которым подаются или отводятся основные виды носителей в городе.

Распределительные – коммуникации, которые ответвляются от магистральных сетей и подводятся непосредственно к домам.

Размещение распределительных трасс подземных сетей на территории микрорайона и жилых кварталов зависит от общего планировочного решения и рельефа местности.

Расстояние от подземных сетей здания до сооружения зеленых насаждений и соседних подземных сетей располагается вне зоны действия давления в грунте, что способствует целостности основания в фундаменте, предохраняет его от размыва.

Соблюдение нормативных расстояний предотвращает возможность повреждений, а в случае необходимости условия ремонта. Минимальные значения этих расстояний даны в СНиПах.

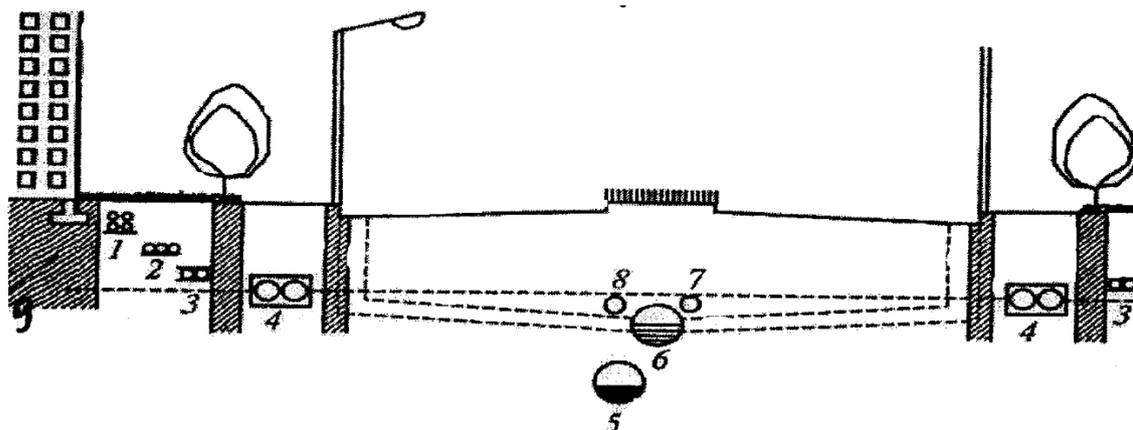


Рисунок 1 – Схема раздельной прокладки инженерных сетей в поперечном профиле улицы: 1 – слаботочные кабели; 2 – силовые кабели; 3 – телефонные кабели; 4 – теплосеть; 5 – канализация; 6 – водосток; 7 – газопровод; 8 – водопровод; 9 – граница зоны промерзания.

Подземные инженерные сети прокладывают тремя способами:

- 1) раздельным, когда каждую коммуникацию прокладывают в грунте, соблюдая санитарно-технические условия размещения независимо от способов прокладки остальных коммуникаций;
- 2) совмещенным, когда одновременно в одной траншее коммуникации различного назначения;
- 3) в коллекторе, когда сети одного или разных назначений.

Первый способ прокладки подземных сетей имеет недостатки.

Второй способ: трубопроводы укладывают одновременно, в одной траншее могут быть кабели, трубопроводы, непроходные каналы.

Этот способ применим лучше при реконструкции улиц или при создании новой застройки. Такие способы применяют при прокладке инженерных сетей одного направления.

Когда сеть коммуникаций развита, и места в траншее не хватает, применяют третий способ.

Третий способ: в коллекторе могут быть размещены тепловые сети, кабели связи и силовые кабели.

Подземные сети имеют разную глубину заложения. Различают сети мелкого и глубокого заложения.

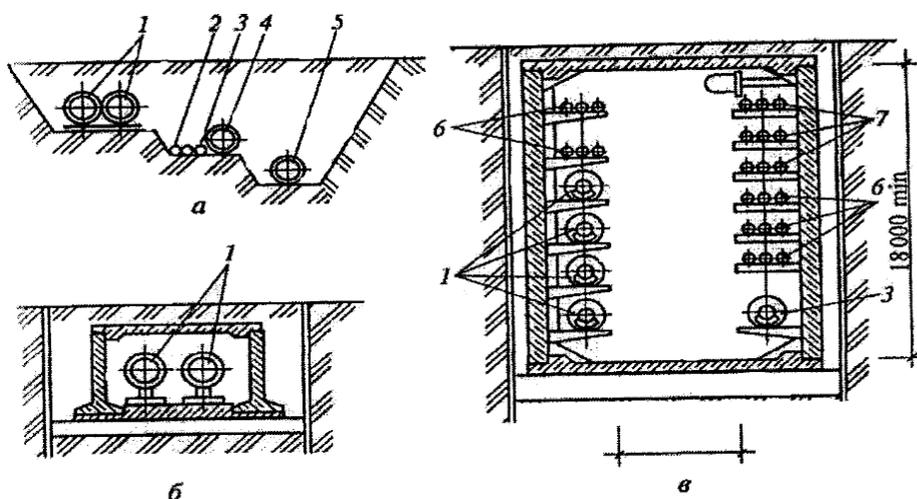


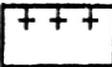
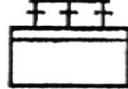
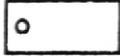
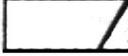
Рисунок 2 – Способы размещения инженерных сетей: а) в общей траншее; б) в непроходном коллекторе; в) в проходном коллекторе; 1 – теплосеть; 2 – газопровод; 3 – водопровод; 4 – водосток; 5 – канализация; 6 – кабели связи; 7 – силовые кабели.

К сетям мелкого заложения относятся сети, эксплуатация которых допускает значительное охлаждение (силовые кабели, кабели телефонной связи и сигнализации, газопроводы и теплосети).

К сетям глубокого заложения относятся подземные коммуникации, которые не допускают изменения агрессивного состояния транспортируемой жидкости (водопровод, канализация).

Могут использоваться стальные, железобетонные, асбестоцементные, керамические и полиэтиленовые трубопроводы. Их прокладывают в грунте, каналах, коллекторах, тоннелях, а по эстакадам в районах вечномёрзлых грунтов.

Таблица 1 – Графические обозначения элементов систем внутренних водопровода и канализации

Наименование	Условное обозначение	
	на видах сверху и на планах	на видах спереди или сбоку, на разрезах и схемах
1	2	3
1 Раковина		
2 Мойка		
3 Умывальник		
4 Умывальник групповой*		
5 Умывальник групповой круглый		
6 Ванна		
7 Ванна ножная		
8 Поддон душевой		
9 Бидэ		

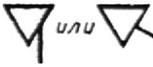
10 Унитаз		
11 Чаша напольная		
12 Писсуар настенный		
13 Писсуар напольный		
14 Слив больничный		
15 Трап		
16 Воронка спускная		
17 Воронка внутреннего водостока		
18 Сетка душевая		
19 Фонтанчик питьевой		

Таблица 2 - Графические обозначения элементов трубопроводов

Наименование	Обозначение
1	2
1 Изолированный участок трубопровода	

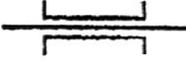
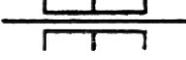
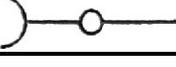
2 Трубопровод в трубе (футляре)	
3 Трубопровод в сальнике	
4 Сифон (гидрозатвор)	
5 Компенсатор: а) общее обозначение	
б) П-образный	
6 Вставка амортизационная	
7 Место сопротивления в трубопроводе (шайба дроссельная, сужающее устройство расходомерное, диафрагма)	
8 Опора (подноска) трубопровода: а) неподвижная	
б) подвижная	
9 Патрубок компенсационный	
10 Ревизия	

Таблица 3 – Графические обозначения трубопроводной арматуры

Наименование	Обозначение
1	2
1 Клапан (вентиль) запорный: а) проходной б) угловой	 
2 Клапан (вентиль) трехходовой	
3 Клапан обратный:*	
а) проходной	
1	2
б) угловой	
5 Затвор поворотный	
6 Кран:	
а) проходной	
б) угловой	
7 Кран трехходовой	
8 Кран водоразборный	
9 Кран писсуарный	
10 Кран (клапан) пожарный	
11 Кран поливочный	
12 Кран двойной регулировки	
13 Смеситель:	
а) общее обозначение	
б) с душевой сеткой	
14 Водомер	

\* Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному.

\*\* Вершина треугольника должна быть направлена в сторону повышенного давления.

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов санитарно-технических систем (наружных сетей водоснабжения и канализации, внутренних водопровода и канализации, горячего водоснабжения, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Буквенно-цифровое обозначение наружных сетей водоснабжения и канализации

Наименование	Буквенно-цифровое обозначение
1 Водопровод:	
а) общее обозначение	В0
б) хозяйственно-питьевой*	В1
в) противопожарный*	В2
г) производственный:*	В3
— общее обозначение	
— оборотной воды, подающей	В4
— оборотной воды, обратный	В5
— умягченной воды	В6
— речной воды	В7
— речной осветленной воды	В8
— подземной воды	В9
2 Канализация:	
а) общее обозначение	К0
б) бытовая	К1
в) дождевая	К2
г) производственная:	К3
— общее обозначение	
— механически загрязненных вод	К4
— иловая	К5
— шламодержащих вод	К6
— химически загрязненных вод	К7
— кислых вод	К8
— щелочных вод	К9
— кислотощелочных вод	К10
— цианосодержащих вод	К11
— хромосодержащих вод	К12

\* В том случае, когда хозяйственно-питьевой или производственный водопровод является одновременно и противопожарным, ему присваивают обозначение хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, а назначение разъясняют на чертежах.

### **Задание к практическому занятию**

1. Дать общее понятие инженерных сетей;
2. Пояснить принципы размещения и способы прокладки подземных коммуникаций;
3. Изобразить схему отдельной прокладки инженерных сетей в поперечном профиле;
4. Изобразить способы размещения инженерных сетей.
5. Выполнить графические обозначения элементов систем внутренних водопровода и канализации на плане квартиры.

Номер варианта определяется как сумма двух последних цифр номера зачётной книжки. Расчёты выполняются для квартир жилого дома. Номер плана принимается по Приложению 1.

Географическое положение пункта застройки и ориентация главного фасада здания выбираются по номеру варианта согласно Приложения 2.

### **Вопросы к практическому занятию**

1. Как проектируют инженерные сети населенных пунктов?
2. Городские подземные коммуникации.
3. Какими способами прокладывают подземные инженерные сети ?
4. Способы размещения инженерных сетей?
5. Буквенно-цифровое обозначение наружных сетей водоснабжения и канализации.

## **Практическое занятие №2**

### **Основы проектирования водопроводной сети**

#### **Теоретическая часть**

Проектирование водопроводной сети включает в себя следующие этапы:

- трассирование водопроводной сети;
- проведение гидравлического расчета водопроводной сети;
- конструирование (детализировка) водопроводной сети.

Трассирование водопроводной сети – это нанесение трубопроводов на план местности. Трассирование водопроводной сети зависит от плана и рельефа местности, расположения источника водоснабжения и наиболее крупных водопотребителей, наличия естественных и искусственных препятствий при прокладке труб.

Основные принципы трассирования водопроводной сети следующие:

- трассирование водопроводной сети должно осуществляться по кратчайшему расстоянию до потребителя в целях экономии материала труб;
- водопроводную сеть рекомендуется располагать равномерно по всей территории населенного пункта;
- пересечение железных и автомобильных дорог, оврагов, рек, болот следует производить под прямым углом;
- по возможности осуществлять прокладку трубопроводов в сухих грунтах;
- водонапорную башню следует располагать на самой высокой отметке населенного пункта и ближе к основным потребителям.

Максимальный расчетный секундный расход  $q_{сек, max}$  воды определяется по формуле:

$$q_{сек, max} = \frac{q_{час, max}}{3600}, л/сек, \quad (1)$$

где  $q_{час, max}$  - максимальный расчетный часовой расход воды.

Максимальный расчетный часовой расход  $q_{час, max}$  воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{час, max}} = \frac{K_{\text{час, max}} \cdot Q_{\text{сут, max}}}{24}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (2)$$

Максимальный расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления  $Q_{\text{сут, max}}$  определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут, max}} = K_{\text{сут, max}} \cdot Q_{\text{сут, м}} \quad \text{м}^3/\text{сут} \quad (3)$$

где  $K_{\text{сут, max}}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели  $K_{\text{сут, max}} = 1,1-1,3$  (принимаем максимальные значения).

Максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления  $K_{\text{час, max}}$  определяется по формуле:

$$K_{\text{час, max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}} \quad (4)$$

где  $\alpha_{\text{max}}$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия  $\alpha_{\text{max}} = 1,2-1,4$  (принимаем максимальные значения);

$\beta_{\text{max}}$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте (принимаем интерполяцией до третьего знака после запятой по таблице 5).

Таблица 5 – Значения коэффициента  $\beta_{\text{max}}$

Коэффи	Число жителей, чел
--------	--------------------

цент	до 100	150	200	300	500	750	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	100000	200000
$\beta_{\max}$	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05

Расчетный (средний за год) суточный расход воды  $Q_{\text{сут},m}$ , на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут},m} = \sum q_{\text{жс}} N_{\text{жс}} / 1000, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5)$$

где  $q_{\text{жс}}$  – удельное водопотребление (принимается по табл. 2). Принимаем максимальные значения;

$N_{\text{ж}}$  – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

Последовательно подставляя необходимые параметры, получаем окончательную формулу:

$$\begin{aligned}
 q_{\text{сек},\max} &= \frac{q_{\text{час},\max}}{3600} = \frac{K_{\text{час},\max} \cdot Q_{\text{сут},\max}}{3600 \cdot 24} = \frac{K_{\text{час},\max} \cdot K_{\text{сут},\max} \cdot Q_{\text{сут},m}}{86400} = \\
 &= \frac{K_{\text{час},\max} \cdot K_{\text{сут},\max} \cdot q_{\text{жс}} \cdot N_{\text{жс}}}{86400} = \frac{\alpha_{\max} \cdot \beta_{\max} \cdot K_{\text{сут},\max} \cdot q_{\text{жс}} \cdot N_{\text{жс}}}{86400}, \text{ л/сек} \quad (6)
 \end{aligned}$$

Таблица 6 – Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут
---	---

Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
- без ванн	125-160
- с ванными и местными водонагревателями	160-230
- с централизованным горячим водоснабжением	230-350

Определяем максимальный расчетный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды:

$$q_{\text{сек, max}} = \frac{1,4 \cdot 3,000 \cdot 1,3 \cdot 160 \cdot 300}{86400} = 3,03 \text{ л/сек}$$

### Задание к практическому занятию

1. Определить максимальный расчетный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые. Вариант задания принять по таблице 7.

Таблица 7 – Варианты заданий для определения максимального расхода воды

Номер варианта	Расчетное число жителей $N_{\text{ж}}$ , чел	Степень благоустройства районов жилой застройки
1	150	без ванн
2	200	без ванн
3	300	без ванн
4	450	с ванными и местными водонагревателями
5	580	с ванными и местными водонагревателями
6	525	с ванными и местными водонагревателями
7	1200	с централизованным горячим водоснабжением

8	1150	с централизованным горячим водоснабжением
9	1300	с централизованным горячим водоснабжением
10	1500	с централизованным горячим водоснабжением

### Вопросы к практическому занятию

1. Как определяется максимальный расчетный секундный расход воды?
2. Как определяется максимальный расчетный часовой расход воды?
3. Как определяется максимальный расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления?
4. Что представляет собой максимальный расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления?
5. Что представляет собой максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления?
6. Как определяется максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления?
7. Как определяется расчетный (средний за год) суточный расход воды  $Q_{сут,г}$ , на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте?

### Теоретическая подготовка №1

#### Основы проектирования канализационной сети

##### Теоретическая часть

Объектами канализования являются строящиеся, реконструируемые и расширяющиеся города, рабочие и дачные поселки, санатории, промышленные предприятия, а также крупные промышленные и жилые районы.

Проектирование канализации осуществляется в соответствии со СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», где даются нормативные материалы в отношении выбора системы канализации, выбора и

определения размеров канализационных сооружений, определения расчетных расходов сточных вод, гидравлического расчета канализационных сетей, технологического расчета очистных сооружений и др.

Исходными материалами для разработки проекта канализации города и промышленного предприятия служат соответственно проект планировки города и генеральный план предприятия, учитывающие перспективы их развития.

Канализация проектируется на определенный *расчетный период* (срок) — период времени, в продолжение которого канализация должна иметь необходимую пропускную способность и удовлетворять своему назначению без перестройки. Для городов этот период составляет 20—25 лет, а для промышленных предприятий он равен сроку работы предприятия с расчетной производительностью.

Кроме проекта планировки города или генерального плана предприятия для проектирования канализации необходимы следующие материалы:

1. карта местности с характеристикой природных и инженерно-строительных условий;
2. геологические и гидрогеологические данные;
3. метеорологические данные ;
4. гидрологические данные прилегающих водоемов и др.

Для определения расчетного расхода сточных вод, установленного на конец расчетного периода, нужны данные о численности населения и подробные сведения о промышленных предприятиях.

### **Определение максимального расчетного секундного расхода бытовых сточных вод**

Расчет расходов бытовых сточных вод основывается на том, что количество воды на хозяйственно-питьевые нужды равно расходу бытовых сточных вод.

Максимальный секунднй расход бытовых сточных вод определяется по формуле:

$$Q_{\text{сек, макс}} = \frac{\alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}} \cdot K_{\text{сут, макс}} \cdot q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{86400}, \text{ л/сек} \quad (7)$$

где  $\alpha_{\max}$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия  $\alpha_{\max} = 1,2-1,4$  (принимаем максимальные значения);

$\beta_{\max}$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте (принимаем интерполяцией до третьего знака после запятой по табл. 1.1);

$K_{\text{сут, max}}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели  $K_{\text{сут, max}} = 1,1-1,3$  (принимаем максимальные значения);

$q_{\text{ж}}$  – норма водоотведения на одного жителя;

$N_{\text{ж}}$  – расчетное число жителей.

Расчетное число жителей определяется по формуле:

$$N_{\text{ж}} = F \cdot P, \text{ чел} \quad (8)$$

где  $F$  – площадь жилых кварталов, га;

$P$  – густота населения, чел/га.

### **Определение расходов дождевых вод и диаметра водоотводящего коллектора**

Расходы дождевых вод  $q_r$ , определяются по методу предельных интенсивностей по формуле:

$$q_r = \frac{Z_{\text{mid}} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с} \quad (9)$$

где  $Z_{mid}$  – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность стока, определяемое согласно п.7;

$A, n$  – параметры, определяемые согласно п.2;

$F$  – расчетная площадь стока,  $га$ , определяемая согласно п.4;

$t_r$  – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка,  $мин$ , и определяемая согласно п.5.

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей  $q_{cal}$ , определяется по формуле:

$$q_{cal} = \beta \cdot q_r, \text{ л/с} \quad (10)$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима и определяемый по табл.4.

Параметры  $A$  и  $n$  надлежит определять по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров, зарегистрированных в данном конкретном пункте. При отсутствии обработанных данных допускается параметр  $A$  определять по формуле:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left( 1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^y \quad (11)$$

где  $q_{20}$  - интенсивность дождя,  $л/с$  на  $1га$  для данной местности продолжительностью  $20мин$  при  $P=1год$  определяемое по рис.1.1;

$n$  – показатель степени, определяемый по таблице 8;

$m_r$  – среднее количество дождей за год, принимаемое по таблице 8;

$P$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по п.3;

$\gamma$  - показатель степени, принимаемый по таблице 8.

Таблица 8 – Значения показателей  $n$ ,  $m_r$  и  $\gamma$

Район	Значения $n$ при		$m_r$	$\gamma$
	$P \geq 1$	$P < 1$		
Равнинные области запада и центра европейской части СНГ	0,71	0,59	150	1,54
Равнинные области Украины	0,71	0,64	110	1,54
Восток Украины, низовье Волги и Дона, Южный Крым	0,67	0,57	60	1,82
Побережье Черного моря	0,54	0,50	90	1,33

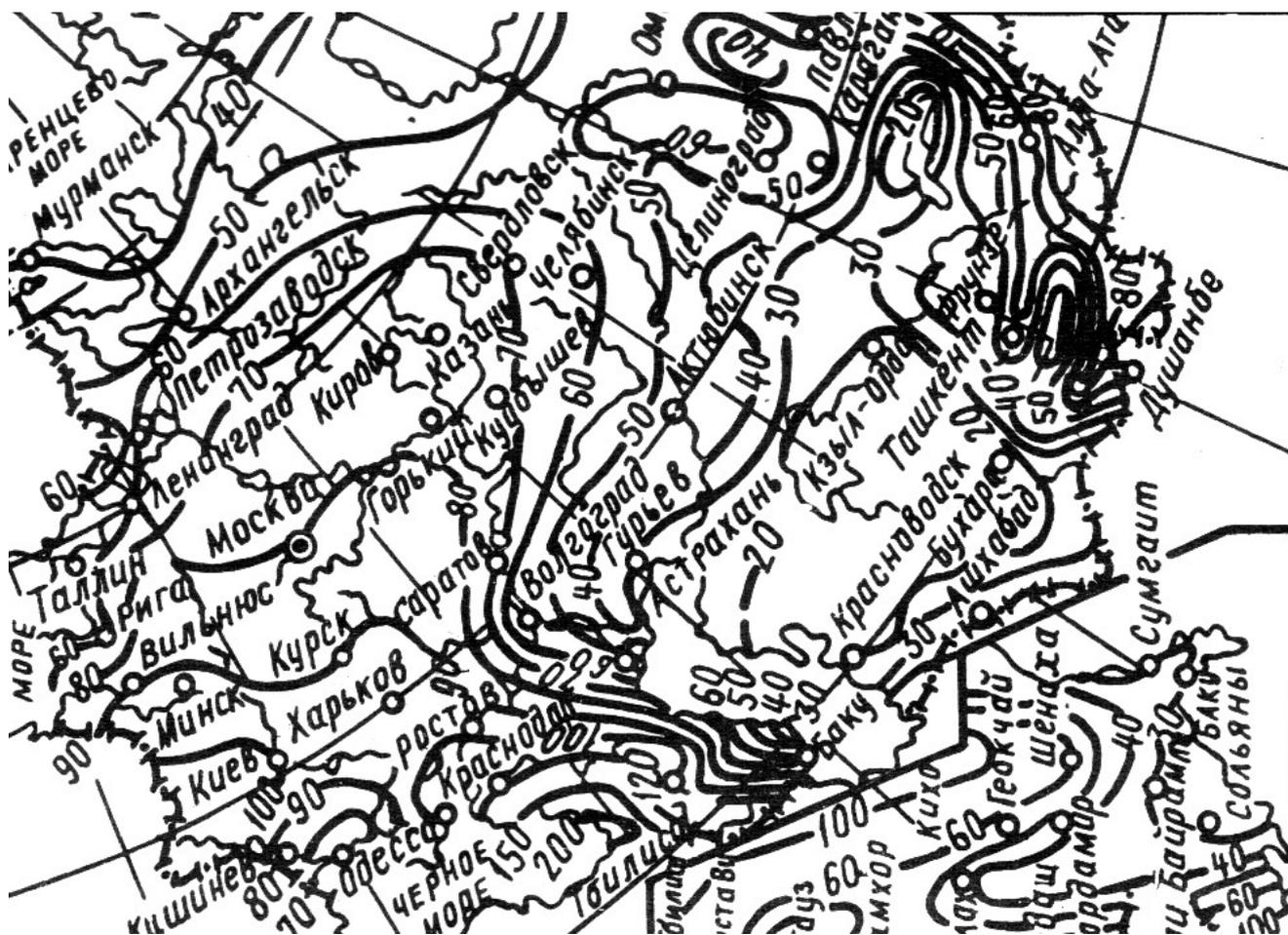


Рисунок 3 – Значения величин интенсивности дождя  $q_{20}$

Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя необходимо выбирать в зависимости от характера объекта канализования, условий расположения коллектора с учетом последствий, которые могут быть вызваны выпадением дождей, превышающих расчетные, и принимать по таблицам 9 и 10 или определять расчетом в зависимости от условий расположения коллектора, интенсивности дождей, площади бассейна и коэффициента стока по предельному периоду превышения.

Таблица 9 – Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя

Условия расположения коллекторов		Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P$ , годы, для населенных пунктов при значениях $q_{20}$			
на проездах местного значения	на магистральных улицах	до 60	св.60 до 80	св.80 до 120	св.120
Благоприятные и средние	Благоприятные	0,33-0,5	0,33-1	0,5-1	1-2
Неблагоприятные	Средние	0,5-1	1-1,5	1-2	2-3
Особо неблагоприятные	Неблагоприятные	2-3	2-3	3-5	5-10
-	Особо неблагоприятные	3-5	3-5	5-10	10-20

*Примечания:*

1. Благоприятные условия расположения коллекторов:

- бассейн площадью не более 150 га имеет плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и менее;

- коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона на расстоянии от водораздела не более 400 м.

2. Средние условия расположения коллекторов:

- бассейн площадью свыше 150 га имеет плоский рельеф с уклоном 0,005 и менее;

- коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу с уклоном склонов 0,02 и менее, при этом площадь бассейна не превышает 150 га.

3. Неблагоприятные условия расположения коллекторов:

- коллектор проходит в нижней части склона, площадь бассейна превышает 150 га;

- коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами при среднем уклоне склонов свыше 0,02.

4. Особо неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор отводит воду из замкнутого пониженного места (котловины).

При проектировании дождевой канализации у особых сооружений (метро, вокзалов, подземных переходов и др.), а также для засушливых районов, где значение  $q_{20}$  менее 50 л/(с-га), при  $P$ , равном единице, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять только расчетом с учетом предельного периода превышения расчетной интенсивности дождя, указанного в таблице 11. При этом периоды однократного превышения расчетной интенсивности дождя, определенные расчетом, не должны быть менее указанных в таблицах 9 и 10.

Таблица 10 – Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя

Результат кратковременного переполнения сети	Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P$ , годы, для территории промышленных предприятий при значениях $q_{20}$		
	до 70	св.70 до 100	св.100
Технологические процессы предприятия			
не нарушаются	0,33-0,5	0,5-1	2
нарушаются	0,5-1	1-2	3-5

*Примечание.* Для предприятий, расположенных в замкнутой котловине, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять расчетом или принимать равным не менее чем 5 годам.

При определении периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя расчетом следует учитывать, что при предельных периодах однократного превышения, указанных в таблицах 8, 10, коллектор дождевой канализации должен пропускать лишь часть расхода дождевого стока, остальная часть которого временно затопляет проезжую часть улиц и при наличии уклона стекает по ее лоткам, при этом высота затопления улиц не должна вызывать затопления подвальных и полуподвальных помещений; кроме того, следует учитывать возможный сток с бассейнов, расположенных за пределами населенного пункта.

Таблица 11 – Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя

Характер бассейна, обслуживаемого коллектором	Значение предельного периода превышения интенсивности дождя $P$ , годы, в зависимости от условий расположения коллектора			
	благоприятных	средних	неблагоприятных	особо неблагоприятных
Территории кварталов и проезды местного значения	10	10	25	50
Магистральные улицы	10	25	50	100

Расчетную площадь стока для рассчитываемого участка сети необходимо принимать равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход стока.

В тех случаях, когда площадь стока коллектора составляет 500га и более, в формулы следует вводить поправочный коэффициент  $K$ , учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади и принимаемый по таблице 12.

Таблица 12 – Значение коэффициента  $K$

Площадь стока, га	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000
-------------------	-----	------	------	------	------	------	-------

Значение коэффициента $K$	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	0,60	0,55
------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

Расчетную продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам  $t_r$  определяют по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин} \quad (12)$$

где  $t_{con}$  - продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

$t_{can}$  - тоже по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала);

$t_p$  - тоже по трубам до рассчитываемого сечения.

Время поверхностной концентрации дождевого стока определяют по расчету или принимают в населенных пунктах при отсутствии внутриквартальных закрытых дождевых сетей равным 5-10 мин или при наличии их равным 3-5 мин.

При расчете внутриквартальной канализационной сети время поверхностной концентрации принимают равным 2-3 мин.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам  $t_{can}$  определяют по формуле:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \text{ мин} \quad (13)$$

где  $l_{can}$  - длина участка лотков, м;

$v_{can}$  - расчетная скорость течения на участке, м/с.

Продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения  $t_p$  следует определять по формуле:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин} \quad (14)$$

где  $l_p$  – длина расчетных участков коллектора, м;

$v_p$  – расчетная скорость течения на участке, м/с.

Среднее значение коэффициента стока  $Z_{mid}$  следует определять как средневзвешенную величину в зависимости от коэффициентов  $Z$ , характеризующих поверхность и принимаемых по таблицам 12 и 13.

Таблица 13 – Значение коэффициента  $Z$

Поверхность	Коэффициент $Z$
Кровля зданий и сооружений, асфальтобетонные покрытия дорог	Принимается по табл.4.9
Брусчатые мостовые и черные щебеночные покрытия дорог	0,224
Бульжные мостовые	0,145
Щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими	0,125
Гравийные садово-парковые дорожки	0,09
Грунтовые поверхности (спланированные)	0,064
Газоны	0,038

*Примечание.* Указанные значения коэффициента  $Z$  допускается уточнять по местным условиям на основании соответствующих исследований.

Таблица 14 – Значение коэффициента  $Z$

Параметр А	Коэффициент $Z$ для водонепроницаемых поверхностей
300	0,32
400	0,30

500	0,29
600	0,28
700	0,27
800	0,26
1000	0,25
1200	0,24
1500	0,23

При расчете стока с бассейнов площадью свыше 50 га с разным характером застройки или с резко различными уклонами поверхности земли следует производить проверочные определения расходов дождевых вод с разных частей бассейна и наибольший из полученных расходов принимать за расчетный. При этом если расчетный расход дождевых вод с данной части бассейна окажется меньше расхода, по которому рассчитан коллектор на вышележащем участке, следует расчетный расход для данного участка коллектора принимать равным расходу на вышележащем участке.

Территории садов и парков, не оборудованные дождевой закрытой или открытой канализацией, в расчетной величине площади стока и при определении коэффициента  $Z$  не учитываются. Если территория имеет уклон поверхности 0,008-0,01 и более в сторону уличных проездов, то в расчетную площадь стока необходимо включать прилегающую к проезду полосу шириной 50—100 м.

Озелененные площади внутри кварталов (полосы бульваров, газоны и т.п.) следует включать в расчетную величину площади стока и учитывать при определении коэффициента поверхности бассейна стока  $Z$ .

Значения коэффициента  $\beta$  следует определять по таблице 15.

Таблица 15 – Значение коэффициента  $\beta$

Показатель степени $n$	0,4	0,5	0,6	0,7
Значение коэффициента $\beta$	0,80	0,75	0,70	0,65

### Задание

Определить расход дождевых вод и диаметр водоотводящего коллектора при следующих условиях:

1. Поверхность – асфальтобетонное покрытие.
2. Место – Рудный.
3. Площадь стока – 10га.
4. Рельеф – плоский со средним уклоном поверхности 0,002.
5. Условия проложения коллектора – коллектор проходит по водоразделу.
6. Условия расположения коллектора – на магистральной улице.
7. Внутриквартальные дождевые сети – отсутствуют.
8. Длина участков лотков – 100м.
9. Расчетная скорость течения на участке лотка – 0,2м/с.
10. Длина расчетных участков коллектора – 50м.
11. Расчетная скорость течения на участке коллектора – 0,2 м/с.

1. По рис. 1 интерполяцией находим значение  $q_{20}$ . – 95л/с на 1га.

2. По табл.5 с учетом *примечания 1* интерполяцией определяем период однократного превышения расчетной интенсивности дождя -  $P=0,69лет$ .

3. По табл.4 определяем показатель степени –  $n = 0,57$ , среднее количество дождей за год -  $m_r=60$ , показатель степени -  $\gamma=1,82$ .

4. По формуле 11 рассчитываем параметр  $A$ :

$$A = 95 \cdot 20^{0,57} \left( 1 + \frac{\lg 0,69}{\lg 60} \right)^{1,82} = 440,78$$

5. Согласно п.7 по табл.10 определяем значение коэффициента стока -  $Z_{mid}=0,30$ .

6. В соответствии с требованиями п.6 определяем время поверхностной концентрации дождевого стока -  $t_{con}=5мин$ .

7. Рассчитываем продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам по формуле 13:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{100}{0,2} = 10,5 мин$$

8. По формуле 14 определяем продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{50}{0,2} = 4,25 \text{ мин}$$

9. Расчетную продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам находим по формуле 12:

$$t_r = 5 + 10,5 + 4,25 = 19,75 \text{ мин}$$

10. Расход дождевых вод определяем по формуле 9:

$$q_r = \frac{0,30 \cdot 440,78 \cdot 10,0}{19,75^{1,2 \cdot 0,57 - 0,1}} = 782,67 \text{ л/с}$$

11. Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей определяем по формуле 10:

$$Q_{cal} = 0,7 \cdot 782,67 = 547,87 \text{ л/с}$$

12. Определяем диаметр водоотводящего коллектора  $D$  по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{cal}}{\pi \cdot 1000 \cdot v_p}} \quad (15)$$

где  $q_{cal}$  - расчетный расход дождевых вод, л/с;

$v_p$  – скорость воды в коллекторе, м/с.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 547,87}{\pi \cdot 1000 \cdot 0,2}} = 1,87 \text{ м}$$

### Задание к практической подготовке

1. Определить максимальный расчетный секундный расход бытовых сточных вод, если норма водоотведения на одного жителя 200 л/. Вариант задания принять по таблице 16.

Таблица 16

Номер	Площадь жилых	Густота населения, Р,
-------	---------------	-----------------------

варианта	кварталов, F га	чел/га
1	30	50
2	45	75
3	50	80
4	55	85
5	25	50
6	40	60
7	50	90
8	30	45
9	25	65
10	40	75

2. Определить расход дождевых вод и диаметр водоотводящего коллектора.

Вариант задания принять по таблице 17.

Таблица 17

Поверхность	асфальтобетонное покрытие	Грунтовое покрытие	Грунтовое покрытие	асфальтобетонное покрытие	асфальтобетонное покрытие
Место	г.Ставрополь	г.Изобильный	г.Михайловск	г.Невинномыск	г.Светлоград
Площадь стока	10га	15га	20га	25га	30га
Рельеф	плоский со средним уклоном поверхности 0,002	плоский со средним уклоном поверхности 0,001	плоский со средним уклоном поверхности 0,003	плоский со средним уклоном поверхности 0,004	плоский со средним уклоном поверхности 0,0015
Условия проложения коллектора	коллектор проходит по водоразделу				
Условия расположения коллектора	на магистральной улице				
Внутриквартальные дождевые сети	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют
Длина участков лотков	100м	110м	115м	90м	80м
Расчетная скорость течения на участке лотка	0,2м/с	0,1м/с	0,3м/с	0,2м/с	0,3м/с
Длина расчетных участков коллектора	50м	40м	55м	45м	30м
Расчетная скорость	0,2 м/с	0,1 м/с	0,3 м/с	0,2 м/с	0,3 м/с

течения участке коллектора	на					
----------------------------------	----	--	--	--	--	--

### **Вопросы к практической подготовке**

1. Как определяется максимальный секундный расход бытовых сточных вод?
2. По какой формуле определяется максимальное число жителей?
3. Как определяется расход дождевых вод?
4. Как определяется диаметра водоотводящего коллектора?
5. Разновидности водоотводящих коллекторов. Применение, назначение.
6. Как рассчитывается продолжительность протекания дождевых вод по трубам?
7. Благоприятные условия расположения коллекторов?

### **Практическая подготовка №2**

#### **Рассмотрение принципиальных схем теплоснабжения поселения**

#### **Теоретическая часть**

Централизованные системы теплоснабжения обеспечивают потребителей теплом низкого и среднего потенциала (до 350°C), на выработку которого затрачивается около 25% всего добываемого в стране топлива.

Тепло, как известно, является одним из видов энергии, поэтому при решении основных вопросов энергоснабжения отдельных объектов и территориальных районов теплоснабжение должно рассматриваться совместно с другими энергообеспечивающими системами — электроснабжением и газоснабжением.

Система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов (инженерных сооружений): источника тепла, тепловых сетей, абонентских вводов и местных систем теплопотребления.

Источниками тепла в централизованных системах теплоснабжения служат или теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), производящие одновременно и

электроэнергию, и тепло, или крупные котельные, именуемые иногда районными тепловыми станциями. Системы теплоснабжения на базе ТЭЦ называются «теплофикационными».

В зависимости от организации движения теплоносителя системы теплоснабжения могут быть *замкнутыми, полузамкнутыми и разомкнутыми*.

В *замкнутых* системах потребитель использует только часть тепла, содержащегося в теплоносителе, а сам теплоноситель вместе с оставшимся количеством тепла возвращается к источнику, где снова пополняется теплом (двухтрубные закрытые системы). В *полузамкнутых* системах у потребителя используется и часть поступающего к нему тепла, и часть самого теплоносителя, а оставшиеся количества теплоносителя и тепла возвращаются к источнику (двухтрубные открытые системы). В *разомкнутых* системах как сам теплоноситель, так и содержащееся в нем тепло полностью используются у потребителя (однотрубные системы).

На абонентских вводах происходит переход тепла (а в некоторых случаях и самого теплоносителя) из тепловых сетей в местные системы теплоснабжения. При этом в большинстве случаев осуществляется утилизация неиспользованного в местных системах отопления и вентиляции тепла для приготовления воды систем горячего водоснабжения.

В централизованных системах теплоснабжения в качестве теплоносителя используются вода и водяной пар, в связи с чем различают *водяные и паровые системы теплоснабжения*.

### **Водяные системы теплоснабжения**

В зависимости от числа теплопроводов в тепловой сети водяные системы теплоснабжения могут быть однотрубными, двухтрубными, трехтрубными, четырехтрубными и комбинированными, если число труб в тепловой сети не остается постоянным. Упрощенные принципиальные схемы указанных систем приведены на рис. 1.

Наиболее экономичные *однотрубные (разомкнутые) системы* (рисунок 4,а) целесообразны только тогда, когда среднечасовой расход сетевой воды,

подаваемой на нужды отопления и вентиляции, совпадает со среднечасовым расходом воды, потребляемой для горячего водоснабжения.

Но для большинства районов нашей страны, кроме самых южных, расчетные расходы сетевой воды, подаваемой на нужды отопления и вентиляции, оказываются больше расхода воды, потребляемой для горячего водоснабжения. При таком дебалансе указанных расходов неиспользованную для горячего водоснабжения воду приходится отправлять в дренаж, что является очень неэкономичным.

В связи с этим наибольшее распространение в нашей стране получили двухтрубные системы теплоснабжения: *открытые (полузамкнутые)* (рисунок 4, б) и *закрытые (замкнутые)* (рисунок 4, в).

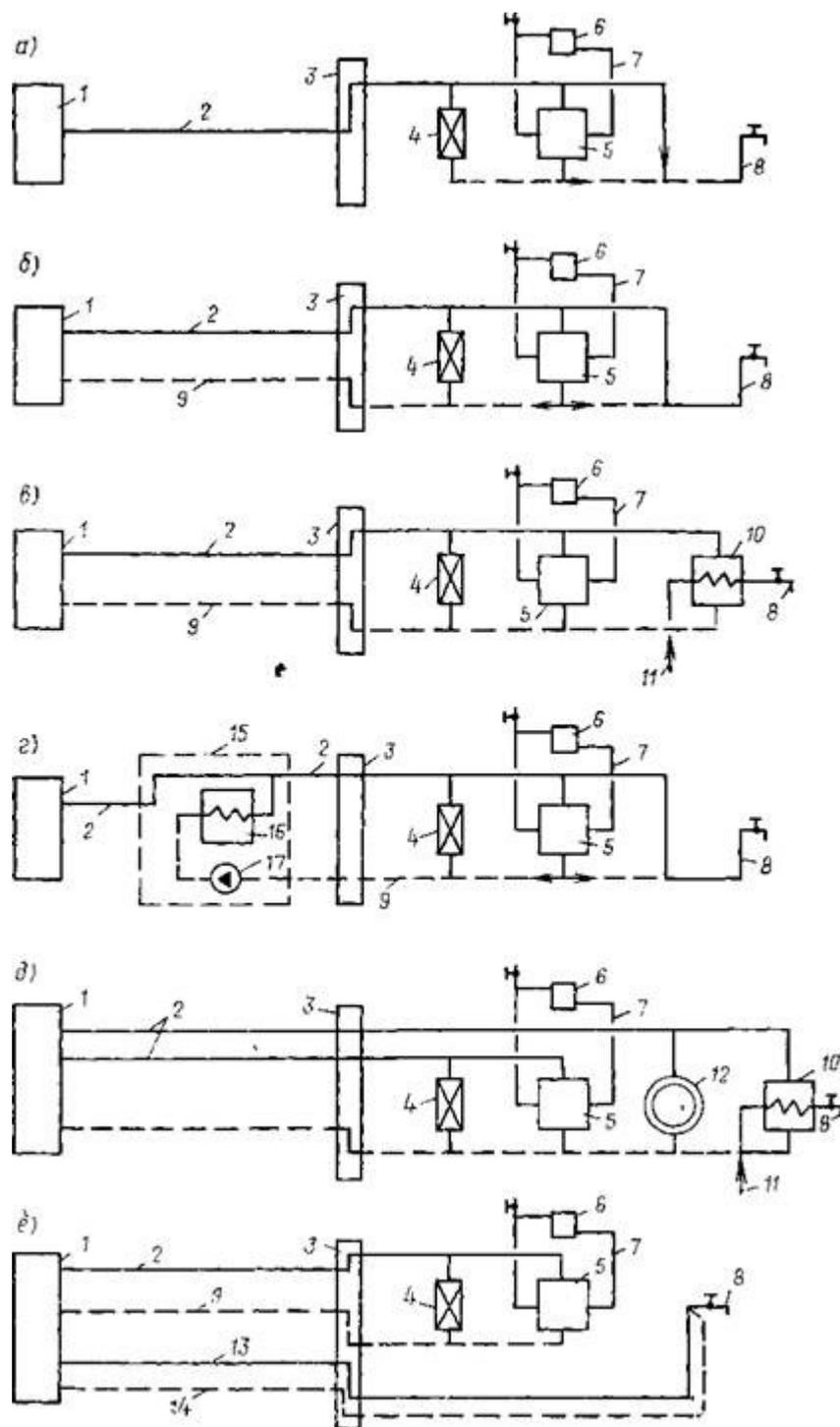


Рисунок 4 — Принципиальные схемы водяных систем теплоснабжения

а — однотрубной (разомкнутой), б — двухтрубной открытой (полузамкнутой), в — двухтрубной закрытой (замкнутой), г — комбинированной, д — трехтрубной е — четырехтрубной, 1—источник тепла, 2 — подающий трубопровод теплосети, 3 — абонентским ввод, 4 — калорифер вентиляции, 5 — абонентский теплообменник отопления, 6 — нагревательный прибор 7 — трубопроводы местной системы отопления 8 — местная система горячего

водоснабжения 9 — обратный трубопровод теплосети, 10 — теплообменник горячего водоснабжения, 11 — холодный водопровод, 12 — технологический аппарат 13 — подающий трубопровод горячего водоснабжения, 14 — рециркуляционный трубопровод горячего водоснабжения, 15 — котельная, 16 — водогрейный котел, 17 — насос

### **Паровые системы теплоснабжения**

Как и водяные паровые системы теплоснабжения бывают *однотрубными, двухтрубными и многотрубными* (рисунок 5)

В *однотрубной паровой системе* (рисунок 5, а) конденсат пара не возвращается от потребителей тепла к источнику, а используется на горячее водоснабжение и технологические нужды или выбрасывается в дренаж. Такие системы мало экономичны и применяются при небольших расходах пара.

*Двухтрубные паровые системы с возвратом конденсата к источнику тепла* (рис. 2,б) имеют наибольшее распространение на практике. Конденсат от отдельных местных систем теплоснабжения собирается в общий бак, расположенный в тепловом пункте, а затем насосом перекачивается к источнику тепла. Конденсат пара является ценным продуктом: он не содержит солей жесткости и растворенных агрессивных газов и позволяет сохранить до 15 % содержащегося в паре тепла. Приготовление новых порций питательной воды для паровых котлов обычно требует значительных затрат, превышающих затраты на возврат конденсата. Вопрос о целесообразности возврата конденсата к источнику тепла решается в каждом конкретном случае на основании технико-экономических расчетов.

*Многотрубные паровые системы* (рисунок 5, в) применяются на промышленных площадках при получении пара от ТЭЦ и в случае, если технология производства требует пара разных давлений. Затраты на

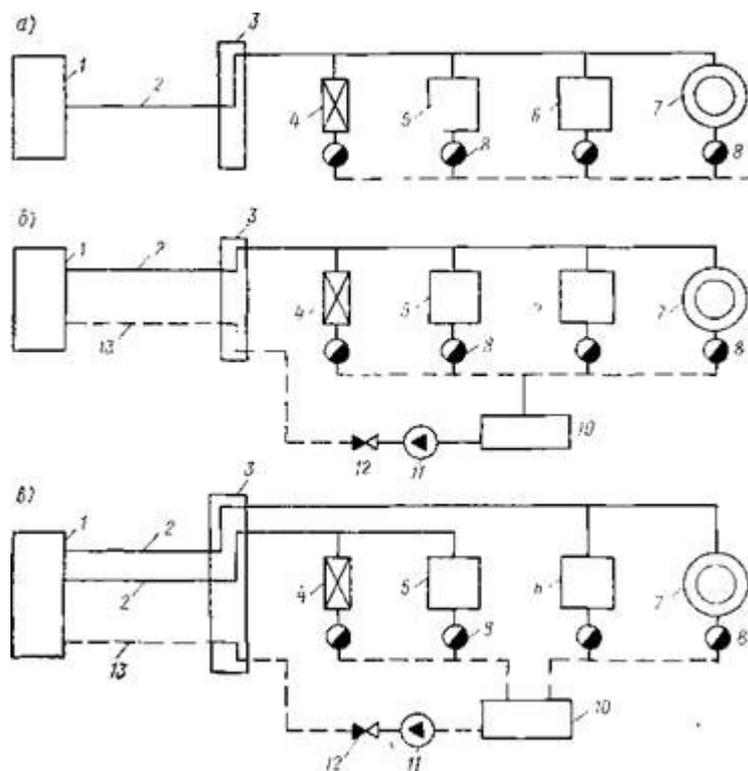


Рисунок 5 - Принципиальные схемы паровых систем теплоснабжения

а — однотрубной без возврата конденсата; б — двухтрубной с возвратом конденсата; в — трехтрубной с возвратом конденсата; 1 — источник тепла; 2 — паропровод; 3 — абонентский ввод\* 4 — калорифер вентиляции; 5 — теплообменник местной системы отопления; 6 — теплообменник местной системы горячего водоснабжения; 7 — технологический аппарат; 8 — конденсатоотводчик; 9 — дренаж; 10 — бак сбора конденсата; 11 — конденсатный насос; 12 — обратный клапан; 13 — конденсатопровод

В многоэтажных жилых здания наиболее распространёнными являются центральные системы водяного отопления. В целях упрощения контрольной работы разрешается проектировать без специального обоснования однотрубную систему отопления проточного типа с нижней разводкой как наиболее экономичную.

Проектирование начинается с определения мест установки отопительных приборов. Отопительные приборы устанавливаются под всеми световыми проёмами и, кроме того, на глухих наружных стенах длиной более 4 м. В жилых зданиях в качестве отопительных приборов обычно используют радиаторы или

конвекторы. Условные обозначения элементов системы отопления приведены в приложении 6.

На планах квартир размещаются стояки системы отопления и привязывают их к стенам здания. Расстояние от края светового проёма до стояка должно быть не менее 150 мм. Стандартная длина подводки от стояка до отопительного прибора 350 мм. Часть подводок получается нестандартной и определяется после привязки стояка к строительным конструкциям. В угловых помещениях стояки устанавливаются в холодном углу. Стояки нумеруются, начиная с левого верхнего угла.

Условный диаметр стояков принимается равным 15мм, 20мм или 25мм.

Установка отопительных приборов осуществляется в нише или на открытой стене. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов допускается не предусматривать. На верхних этажах здания непосредственно на приборах как на подводах к приборам следует предусматривать установку кранов для выпуска воздуха.

Трубопроводы системы отопления прокладываются, как правило, открыто. На стояках необходимо предусмотреть установку в нижней части проходных пробочных кранов для отключения стояка и спускных кранов или тройников с пробками для опорожнения стояка.

Аксонметрическая схема одного П-образного проточного стояка, проходящего через заданную квартиру, вычерчивается в тетради в масштабе 1:100. У каждого отопительного прибора проставляется его отопительная нагрузка, равная теплотерям помещения, в котором установлен прибор. Если в помещении предусматривается установка двух отопительных приборов (например, в угловом помещении), то тепловую нагрузку помещения следует распределить между обоими приборами.

### **Задание**

Тепловой расчёт отопительных приборов заключается в определении площади поверхности отопительных приборов с последующим вычислением количества секций радиаторов или подбора типоразмера конвекторов.

Расчётная площадь поверхности отопительного прибора:

$$F_p = Q_{np}/q_{np} , \text{ м}^2 \quad (16)$$

где  $Q_{np}$  – теплоотдача отопительного прибора в отапливаемое помещение, определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_n - 0,9Q_{mp} , \quad (17)$$

где  $Q_n$  – теплопотребность помещения, равная его теплопотерям за вычетом теплопоступлений, Вт;

$Q_{mp}$  – суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения стояков, подводок, к которым непосредственно присоединён прибор (коэффициент 0,9 учитывает долю теплового потока от теплопроводов, полезную для поддержания температуры воздуха в помещении), Вт;

$q_{np}$  – расчётная плотность теплового потока отопительного прибора, Вт/м<sup>2</sup>;

Основные технические характеристики некоторых отопительных приборов, выпускаемых промышленностью, приведены в приложении 6 методических указаний.

Расчётная плотность теплового потока  $q_{np}$ , Вт/м<sup>2</sup>, для условий работы отличных от стандартных:

$$q_{np} = q_{ном} \left( \Delta t_{cp}/70 \right)^{1+n} \left( G_{np}/0,1 \right)^p C_{np} , \quad (18)$$

где  $q_{ном}$  – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора при стандартных условиях работы, Вт/м<sup>2</sup>, принимается по прил. 6. Стандартными условиями считаются условия работы системы отопления, когда средний температурный напор равен 70 °С, расход воды в приборе составляет 0,1 кг/с, а атмосферное давление 101,3 кПа;

$\Delta t_{cp}$  – температурный напор равный разности полусуммы температур теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора и температуры воздуха помещения:

$$\Delta t_{cp} = (t_{вх} + t_{вых}/2) - t_p, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (19)$$

где  $t_{вх}$  – температура воды на входе в прибор,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{вых}$  – температура воды на выходе из прибора,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_p$  – температура воздуха помещения,  $^\circ\text{C}$ ;

$G_{np}$  – действительный расход воды в отопительном приборе, кг/с;

$$G_{np} = Q_m \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / (c \cdot (t_r - t_0)), \quad (20)$$

где  $Q_m$  – суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов стояка, Вт;

$c$  — удельная теплоёмкость воды,  $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;

$t_r$  – температура воды на входе в первый прибор стояка,  $t_r = 105 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$t_0$  – температура воды на выходе из последнего по ходу движения воды прибора стояка,  $t_0 = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$n, p$  — экспериментальные значения показателей степени, приведены в прил. 6;

$\beta_1$  — коэффициент учёта дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счёт округления сверх расчётной величины, принимается по табл. 9;

$\beta_2$  — коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, установленными у наружных ограждений: для радиаторов чугунных и конвекторов с кожухом  $\beta_2 = 1,02$ , для конвекторов без кожуха  $\beta_2 = 1,03$  при установке у наружной стены в том числе под световым проёмом.

Таблица 18 – Значение коэффициента  $\beta_1$

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов	$\beta_1$
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,3	1,13
Примечание: Шаг номенклатурного ряда прибора следует определять как произведение номинальной плотности теплового потока на площадь поверхности нагрева секции. Например, для радиаторов чугунных секционных $q_{ном} \cdot f_1 = 0,758 \cdot 0,244 = 0,18$ , следовательно $\beta_1 = 1,04$ .	

$C_{np}$  — коэффициент, учитывающий схему присоединения отопительного прибора и изменения показателя степени  $p$  в различных диапазонах расхода теплоносителя, принимается по приложению 6.

Температуру воды на входе и выходе каждого отопительного прибора можно определить лишь последовательно, начиная с первого походу движения воды прибора:

$$t_{вых\ i} = t_{вх\ (i+1)} = t_{вх\ i} - Q_n / Q_m \cdot (t_r - t_o), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (21)$$

где  $t_{вых\ i}$ ,  $t_{вх}$  — температура воды соответственно на входе в  $i$ -й по ходу движения воды прибор и на выходе из него,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{вх\ (i+1)}$  — температура воды на входе в  $i+1$ -й по ходу движения воды прибор,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q_{ni}$  — тепловая нагрузка  $i$ -го прибора, Вт;

$Q_m, t_r, t_o$  — то же, что и в формулах (17), (20).

Теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения труб стояка и подводок, к которым непосредственно присоединён прибор;

$$Q_{mp} = q_e \cdot l_e + q_r \cdot l_r, \text{ Вт} \quad (22)$$

где  $l_v, l_r$  – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м;

$q_v, q_r$  – теплоотдача 1 м вертикальных и горизонтальных труб, Вт/м, для неизолированных труб принимается по приложению 7 методических указаний, исходя из диаметра и положения труб, а так же разности температуры теплоносителя при входе его в рассматриваемое помещение  $t_{вх}$  и температуры воздуха в помещении  $t_p$ .

Расчётное число секций чугунных радиаторов определяют по формуле:

$$N = F * \beta_4 / (f_1 * \beta_3), \quad (23)$$

где  $f_1$  – площадь поверхности нагрева одной секции, м<sup>2</sup>, зависящая от типа радиатора, принятого к установке в помещении (принимается по прил.6);

$\beta_4$  – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении ([6], табл. 9,12),

при открытой установке  $\beta_4 = 1$ ;

$\beta_3$  – коэффициент учёта числа секций в приборе для радиатора типа МС-140, принимаемый равным:

Число секций в приборе	до 15	16-20	21-25
$\beta_3$	1	0,98	0,96
Для всех остальных типов приборов $\beta_3 = 1$			

К установке принимается, как правило, ближайшее большее целое число секций радиатора. Округление числа секций до целого в меньшую сторону допускается, если при этом тепловой поток уменьшается не более чем на 6%.

Число конвекторов без кожуха по вертикали и в ряду по горизонтали определяют по формуле:

$$N = F_p / f_1 * n, \quad (24)$$

где  $n$  – число ярусов и рядов элементов, составляющих прибор;

$f_1$  – площадь одного элемента конвектора, м<sup>2</sup>.

### Задание к практической подготовке

1. Опишите основные элементы системы теплоснабжения, теплоносители.
  2. Опишите какие могут быть зависимости от организации движения теплоносителя системы теплоснабжения. Принцип их работы.
  3. Изучить и выполнить схемы водяных систем теплоснабжения. Указать основные элементы и их назначение в системе.
  4. Дать характеристику водяных систем теплоснабжения
  5. Изучить и выполнить схемы паровых систем теплоснабжения. Указать основные элементы и их назначение в системе.
  4. Дать характеристику паровых систем теплоснабжения
  5. Выполнить тепловой расчет отопительных приборов помещений заданной квартиры:
    - рассчитать температуру воды на входе и выходе;
    - рассчитать температурный напор приборов;
    - рассчитать расход теплоносителя.
  6. Сконструировать системы отопления и выполнить схему.
- Результаты расчета свести в таблицу 19.

Таблица 19

1	2	3	4	5	6	7	8	Коэффициенты		11	12	13	Коэффициенты		Число секций	
								$\beta_1$	$\beta_2$				$\beta_3$	$\beta_4$	16	17
Помещения	Тепловая мощность	Температура воздуха $t_p$	Температура теплоносителя	Температура теплоносителя на	Температурный напор	Расход теплоносителя, кг/с	Расчетная плотность теплового потока $q_{пр}$			Теплоотдача труб $Q_{тр}$ , Вт	Теплоотдача прибора $O_{пр}$ , Вт	Расчетная площадь прибора $F$ , м <sup>2</sup>			Расчетное $N_p$	Установочно

6. Выполнить тепловой расчет отопительных приборов помещений лестничной клетки:
  - рассчитать температуру воды на входе и выходе;

– рассчитать расход теплоносителя.

7. Сконструировать системы отопления и выполнить схему.

### **Вопросы к практической подготовке**

1. Какие вы знаете источники тепла?
2. Тепловые сети.
3. Устройство и оборудование тепловой сети.
4. Какие вы знаете системы отопления зданий, их классификация.
5. Элементы систем отопления здания.
6. Отопительные приборы.
7. Каковы конструктивные особенности устройства сетей теплоснабжения?
8. Как рассчитать температуру воды на входе и выходе?
9. Виды отопительных приборов?
10. Как рассчитывается температурный напор приборов?
11. Как рассчитывается число секций чугунных радиаторов?
12. Как можно рассчитать расход теплоносителя?

### **Практическое занятие №3**

#### **Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий**

#### **Теоретическая часть**

Приступая к изучению вопроса газоснабжения города, прежде всего, необходимо ознакомиться с классификацией газопроводов по их назначению и давлению в них газа. Надо уяснить факторы, определяющие выбор той или иной системы, уделив особое внимание фактору надежности снабжения газом.

В зависимости от максимального давления газа газопроводы разделяют на следующие группы:

Таблица 20– Классификация газопроводов по давлению газа

Классификация газопроводов по давлению	Вид транспортируемого газа	Рабочее давление в газопроводе	Обозначение по ГОСТу на чертежах
Низкого	Природный СУГ	и до 0,005 МПа ( 5 кПа)	Г1
Среднего	Природный СУГ	и от 0,005 МПа до 0,3 МПа	Г2
Высокого	II категории	и от 0,3 до 0,6 МПа	Г3
	I категории	от 0,6 до 1,2 МПа от 0,6 до 1,6 МПа	Г4 Г4

- газопроводы низкого давления служат для подачи газа к жилым домам, общественным зданиям и коммунально-бытовым предприятиям; В газопроводах жилых

зданий разрешается давление до 3 кПа; в газопроводах предприятий бытового обслуживания непромышленного характера и общественных зданий - до 5 кПа.

- газопроводы среднего давления снабжают газом газопроводы низкого давления через газорегуляторные пункты, а также промышленные и коммунально-бытовые предприятия;

- газопроводы высокого давления служат для подачи газа в ГРП промышленных предприятий и газопроводы среднего давления.

В зависимости от местоположения относительно поверхности земли:

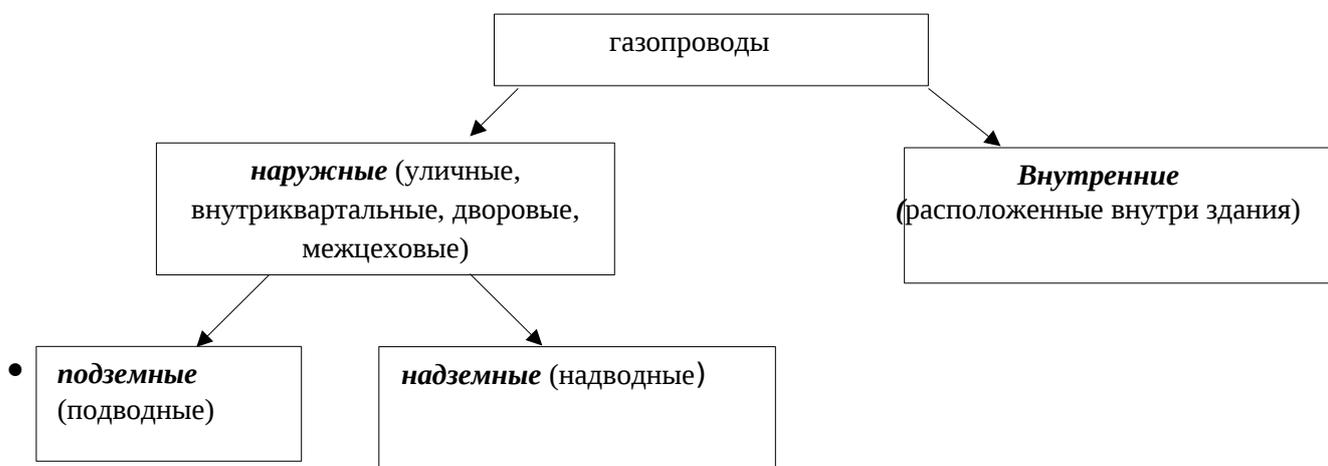


Рисунок 6 – Классификация газопроводов

Наружный газопровод - подземный, наземный и надземный газопровод, проложенный вне зданий от отключающего устройства перед вводным газопроводом или до футляра при вводе в здание в подземном исполнении. Наружные газопроводы по способу прокладки подразделяются на надземные (надводные) и подземные (подводные).

Внутренний газопровод - газопровод, проложенный внутри здания от вводного газопровода до места установки газоиспользующего оборудования;

В зависимости от материала труб газопроводы подразделяются на:

- **металлические** (стальные, медные);
- **неметаллические** (полиэтиленовые).

По принципу построения системы газоснабжения делятся на :

- кольцевые;
- тупиковые;
- смешанные.
- В систему газоснабжения входят распределительные газопроводы всех давлений, газораспределительные станции и газорегуляторные пункты. Все элементы систем газоснабжения должны обеспечивать надежность и безопасность подачи газа потребителям.

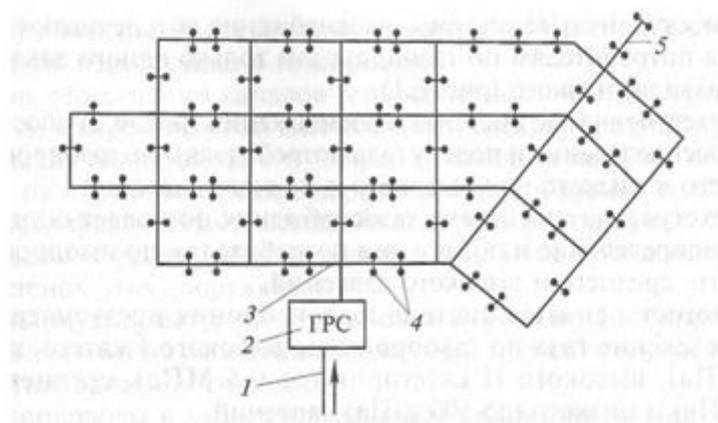


Рис. 1. Схема одноступенчатой системы распределения газа:  
1 — магистральный газопровод; 2 — газораспределительная станция; 3 — кольцевой газопровод; 4 — ответвления к потребителям; 5 — тупиковый газопровод

В зависимости от числа ступеней давления газа в газопроводах системы газоснабжения городов и населенных пунктов подразделяются на одно-, двух-, трех- и многоступенчатые.

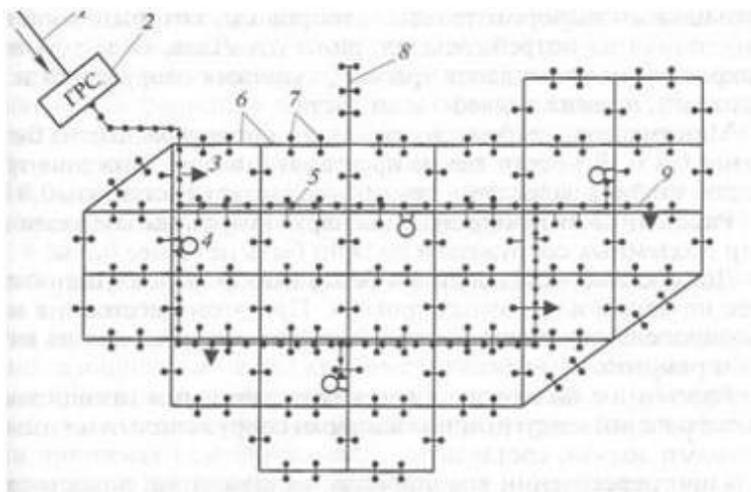


Рисунок 7 - Схема двухступенчатой системы распределения газа:  
1 — магистральный газопровод высокого давления; 2 — ГРС; 3 — крупные потребители газа; 4 — городские ГРП, питающие газопроводы низкого давления; 5 — газопроводы высокого и среднего давления; 6 — кольцевые газопроводы низкого давления; 7 — ответвления к потребителям; 8 — тупиковый газопровод низкого давления; 9 — тупиковый газопровод среднего давления

Одноступенчатые системы газоснабжения обеспечивают подачу газа потребителям по газопроводам только одного давления, как правило, низкого (рис. 1).

Двухступенчатые системы газоснабжения (рис. 2) обеспечивают распределение и подачу газа потребителям по газопроводам среднего и низкого или высокого и низкого давлений.

Трехступенчатая система газоснабжения позволяет осуществлять распределение и подачу газа потребителям по газопроводам низкого, среднего и высокого давлений.

Многоступенчатая система газоснабжения предусматривает распределение газа по газопроводам высокого I категории (до 1,2 МПа), высокого II категории

(до 0,6 МПа), среднего (до 0,3 МПа) и низкого (до 500 даПа) давлений.

Выбор системы газоснабжения зависит от характера планировки и плотности застройки населенного пункта.

Наличие многочисленных точек потребления газа, характеризующихся широким диапазоном тепловых нагрузок и режимом потребления, вызывает необходимость уделять большое внимание правильному и обоснованному выбору системы и конфигурации газовых сетей.

При разработке систем газоснабжения важным является вопрос рационального подключения сосредоточенных потребителей к сетям высокого или низкого давления. С одной стороны, подключение большого числа потребителей к сетям высокой ступени приводит к их разветвлённости и необходимости сооружения ГРП у каждого потребителя, с другой стороны, подключение сосредоточенных потребителей к газопроводам низкого давления требует для сохранения заданных параметров давления в газопроводах значительно увеличивать их диаметры. Обычно мелких потребителей подключают к сетям низкого давления, а крупных - к сетям высокого или среднего давления. Но чёткую границу между крупными и мелкими потребителями провести невозможно. Если взять одного и того же потребителя, то для газопроводов низкого давления и большого диаметра он будет мелким, а для газопроводов малого диаметра - крупным.

Большое значение имеет также месторасположение потребителя относительно газопроводов низкой, средней или высокой ступени давления. При выборе оптимального варианта подключения сосредоточенного потребителя к близко расположенному газопроводу низкого давления или к более удалённому газопроводу высокого давления рекомендуется исходить из сравнения затрат в обоих случаях.

В ряде случаев при выборе наилучшего варианта подключения должны быть приняты во внимание следующие факторы: технологичность, надёжность, удобство и экономичность эксплуатации. Из общей длины городских газовых сетей обычно 70 – 80% составляют газопроводы низкого давления и 20 – 30 % –

среднего и высокого.

Вторым важным вопросом является выбор конфигурации газовой сети. Сети могут быть запроектированы кольцевыми, разветвлёнными и смешанными. Обычно проектные организации руководствуются принципом надёжности и отдают предпочтение кольцевым сетям низкого давления. Из тех же соображений в каждом кольце транзитные нагрузки стремятся распределить по обоим полукольцам. Но при этом кольцо имеет максимальную металлоёмкость, т.е. экономичнее через одно полукольцо обеспечить газом только подключённых к нему потребителей, а через другое полукольцо подать газ в количестве, обеспечивающим и подключённых к нему потребителей, и потребителей, находящихся за кольцом. Выделением в кольцах участков для транзитных расходов можно получить наиболее экономичную сеть с главным направлением транзитных потоков газа, а также по закольцованным транзитным магистралям за счёт питающих их ГРП можно осуществить перераспределение основных потоков газа, например, при аварии или ремонте. В тоже время ответвления от основных колец, несущих небольшие нагрузки и для ограниченного числа потребителей, сеть можно не кольцевать.

Таким образом, рациональной структурой городских газовых сетей низкого давления следует считать структуру в виде совокупности закольцованных сетей главных направляющих потоков и тупиковых сетей их ответвлений. При этом главное направление, соединяющее отдельные ГРП, целесообразно выполнять одним сечением. Телескопическая структура затрудняет перераспределение потоков и превращает зоны действия отдельных ГРП в изолированные системы, гидравлически несвязанные между собой, что снижает надёжность всей системы. Ответвления от главных направлений, наоборот, целесообразнее строить по телескопической структуре.

### **Задание к практическому занятию**

1. Дать общее понятие газовых сетей;

2. Пояснить принципы размещения и способы прокладки подземных коммуникаций;
3. Изобразить схему газоснабжения крупного города;
4. Выполнить графические обозначения элементов систем газоснабжения.

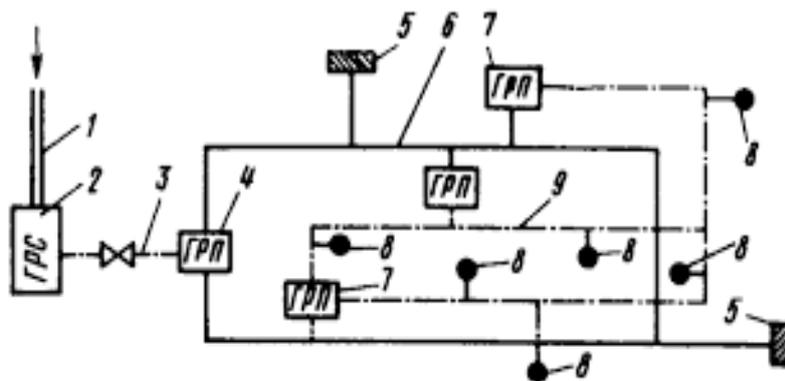


Рисунок 8 – Принципиальная схема газоснабжения крупного города

1 – магистральные газопроводы, 2 – ГРС; 3 – контрольно-регуляторные пункты; 4 – газгольдерные станции; 5 – ГРП, 6 – кольцо газопровода высокого давления; 9 – кольцо газопровода среднего давления – 0,3 МПа; 10 – кольцо газопровода среднего давления – 0,1 МПа; 11 – подземные хранилища газа

### Вопросы к практическому занятию

1. Классификация газопроводов в системе газоснабжения.
2. Распределительные газопроводы.
3. Общая схема газоснабжения предприятия (пример).
4. Запорная арматура.
5. Подземные газопроводы.
6. Надземные газопроводы.

## Список рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Орлов В. А. Водоснабжение: учебник / В.А. Орлов, Л.А. Квитка. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 443 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013901-2. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/960115>.

2. Варфоломеев, Ю. М. Отопление и тепловые сети: учебник / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – Изд. испр. – М: ИНФРА-М, 2019. – 480 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005405-6. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/988148>.

### Дополнительная литература

1. Брюханов, О. Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: учебник / О.Н. Брюханов, А.И. Плужников. – М: ИНФРА-М, 2020. – 256 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-009539-4. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1088893>.

2. Сомов, М. А. Водоснабжение: учебник / М.А. Сомов, Л.А. Квитка. – М: ИНФРА-М, 2019. – 287 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-104452-0. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/988051>.

3. Жмаков Г. Н. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения: учебник / Г. Н. Жмаков. – М: ИНФРА-М, 2020. – 237 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-010334-1. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1093286>.

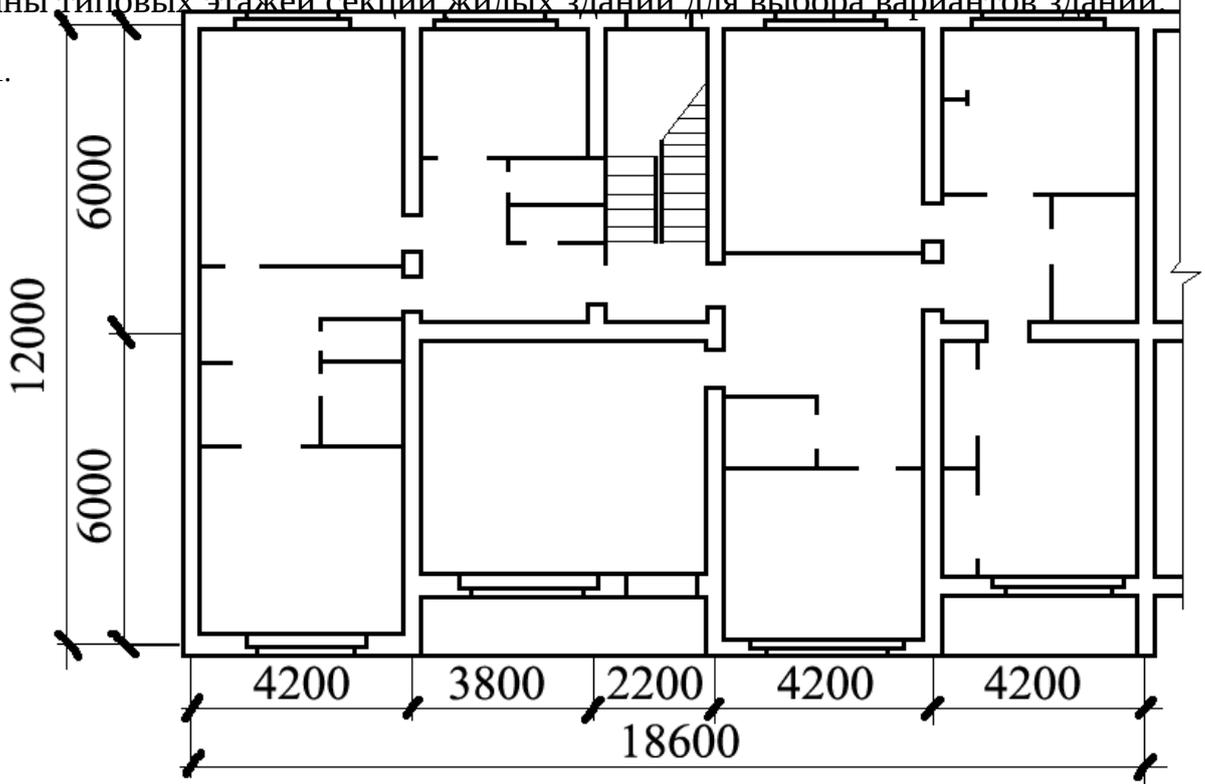
### Интернет-ресурсы:

1. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=186620> . - планировка и застройка населенных мест

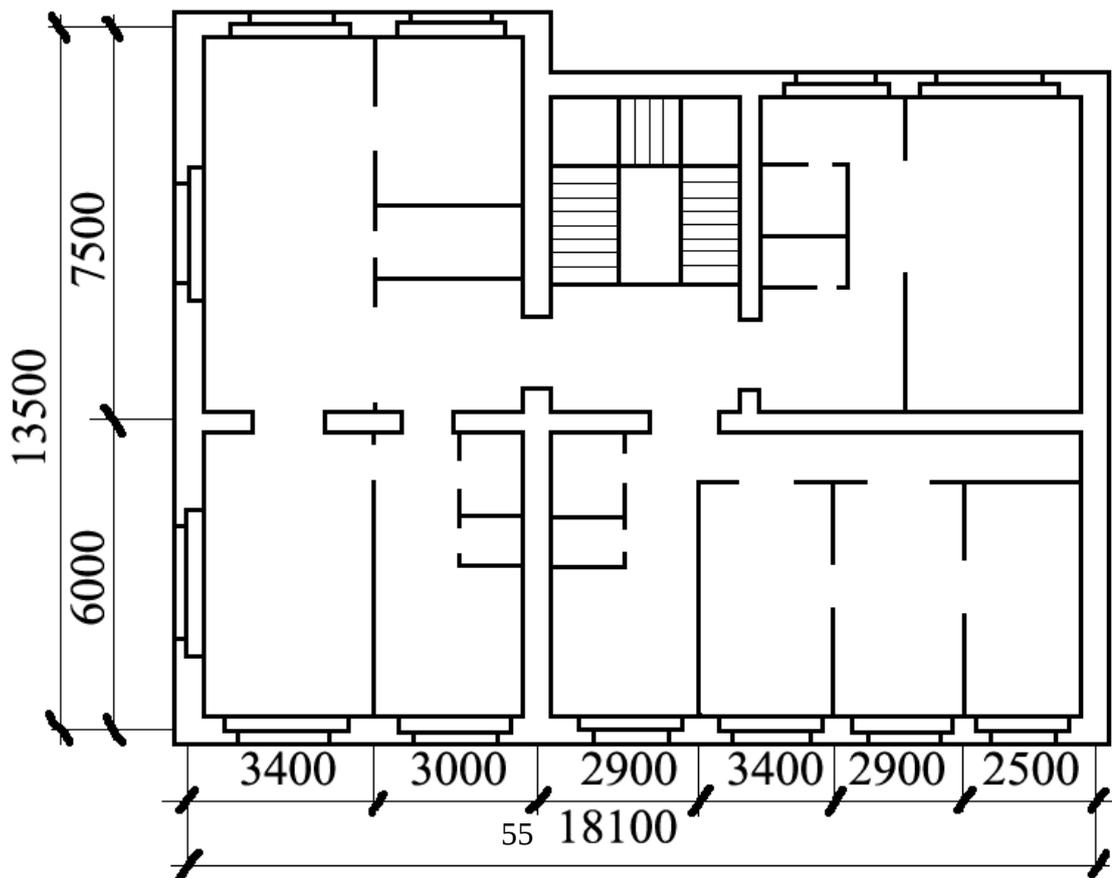
2. [www.stroit.ru](http://www.stroit.ru) – содержит сведения о новейших строительных конструкциях.
3. [www.t-bulding.ru](http://www.t-bulding.ru) – сайт содержит сведения о новейших строительных материалах.
4. <http://www.window.edu.ru> Единое окно доступа к образовательным ресурсам
5. <https://www.c-o-k.ru> Журнал Сантехника, Отопление, Кондиционирование

Планы типовых этажей секций жилых зданий для выбора вариантов зданий

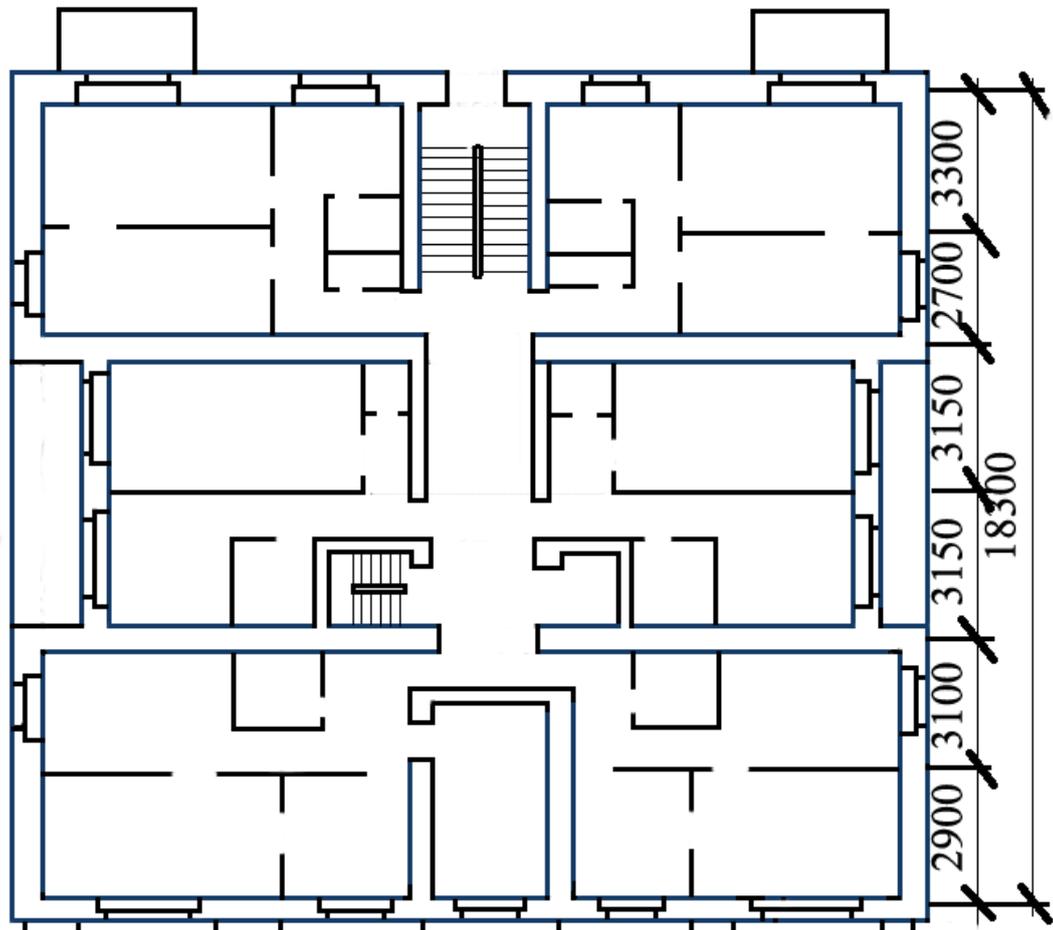
План №1.



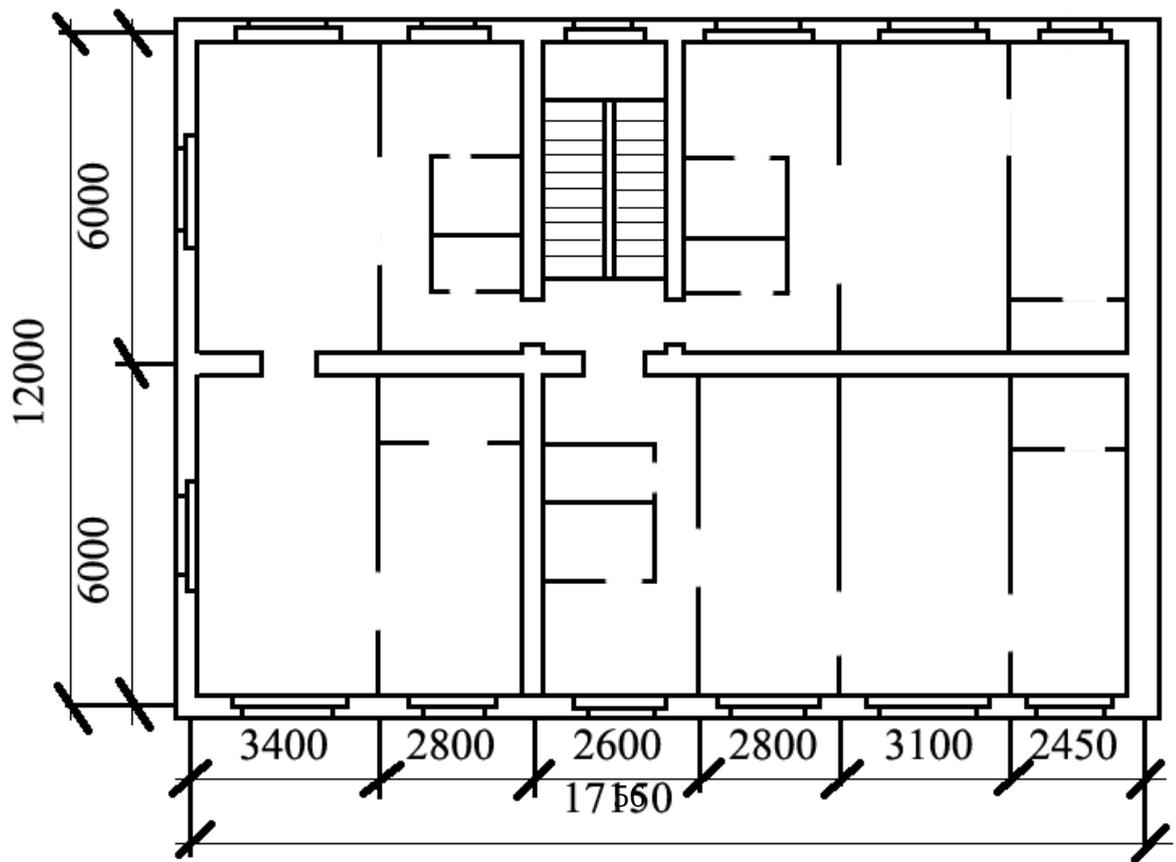
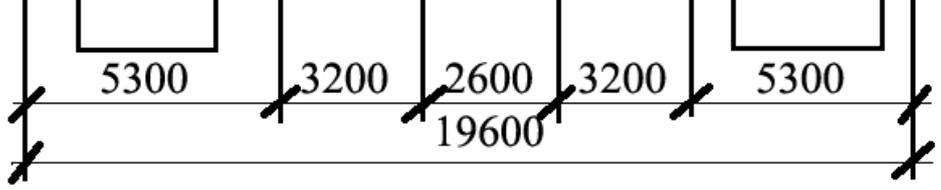
План №2.



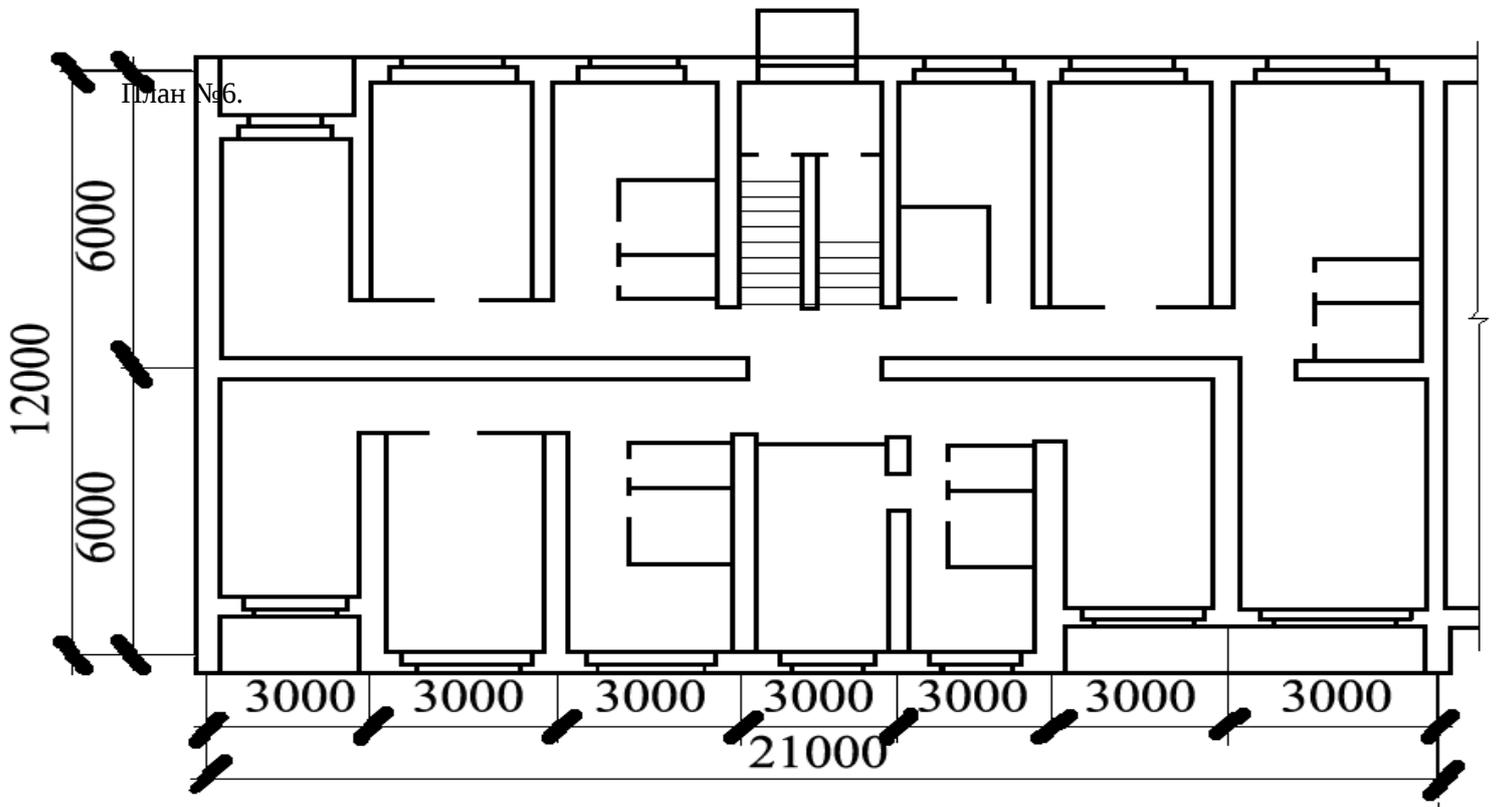
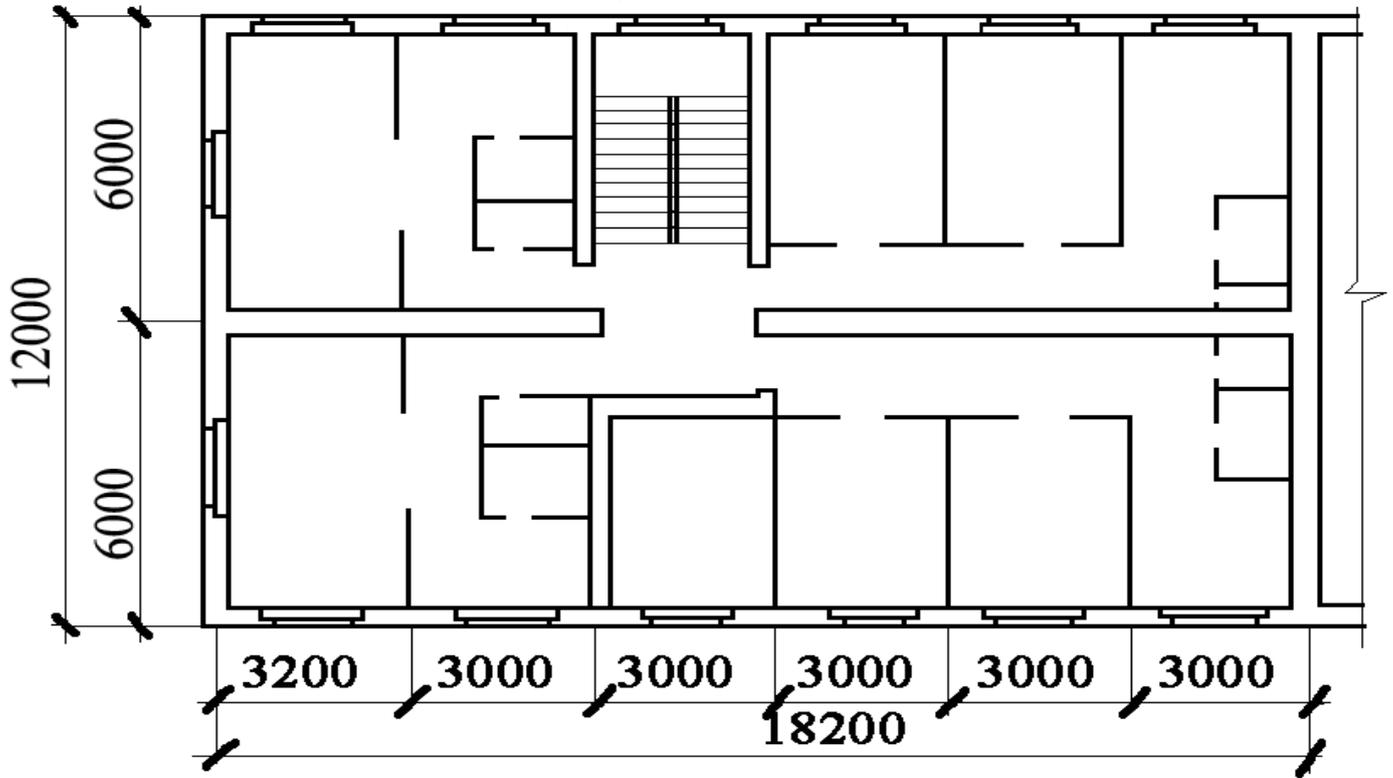
План №3.



План №4.



План №5.



Климатические характеристики районов застройки.

Но- мер ва- риа- нта	Средняя продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по [1].	Средняя температура, °С периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С по [1].	Город	Ориентация главного фасада	Этажность здания/ № плана	Условия эксплуатации ограждающих конструкций	Средняя температура, °С, обеспеченностью 0,92	
							наиболее холодных суток	наиболее холодной пятидневки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>191</b>	<b>-1,9</b>	<b>Белгород</b>	<b>Ю</b>	<b>4/2</b>	<b>А</b>	<b>-28</b>	<b>-23</b>
0	167	-1,2	Астрахань	С	3/1	А	-26	-23
1	253	-4,4	Архангельск	С	4/6	А	-37	-31
2	231	-4,1	Вологда	В	5/3	Б	-36	-31
3	240	-8,5	Иркутск	З	3/4	А	-39	-37
4*	193	1,1	Калининград	СВ	4/5	Б	-22	-19
5	210	-2,9	Калуга	СЗ	5/6	Б	-31	-27
6	216	-7,7	Курган	ЮВ	3/2	А	-41	-37
7	288	-7,1	Магадан	ЮЗ	4/3	Б	-32	-29
8	230	-8,7	Новосибирск	С	5/4	А	-42	-39
9	229	-5,9	Пермь	Ю	3/5	Б	-39	-35
10	196	-3,9	Владивосток	В	4/6	Б	-26	-24
11	171	-0,4	Ростов-на-Дону	З	5/1	А	-27	-22
12	168	0,9	Ставрополь	СВ	3/2	Б	-23	-19
13	201	-3,7	Тамбов	СЗ	4/3	А	-32	-28
14	236	-8,4	Томск	ЮВ	5/4	Б	-44	-40
15	211	-9,3	Хабаровск	ЮЗ	3/5	Б	-34	-31
16	218	-6,5	Челябинск	С	4/6	А	-38	-34
17	217	-4,9	Чебоксары	В	5/7	Б	-35	-32
18	208	-3,5	Рязань	З	3/8	Б	-33	-27
<p>* Согласно ТСН 23-314-2000 Расчётная температура внутреннего воздуха для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жилых помещений - +20 °С;</li> <li>- кухонь - +20 °С;</li> <li>- ванных комнат - + 25 °С;</li> <li>- туалетов - + 19 °С.</li> </ul>								