

Санкт Петербургское государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Академия управления городской средой, градостроительства и печати»



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УМР

О.В. Фомичева

12 2022 г.

**Методические рекомендации по проведению**

**практических работ**

**«ОП.04 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ  
ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ»**

**для специальности**

**08.02.15 Информационное моделирование в строительстве**

**Форма обучения – очная**

Санкт-Петербург  
2023

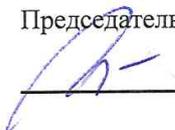
Разработчики: Ипатова С.В., Оболенская Е.Г. методисты СПб ГБПОУ «АУГСГиП »

Одобрены на заседании цикловой комиссии  
Инженерных сетей и дорожного строительства

Протокол №... 2 .....

« 29 » 11 ..... 20 23

Председатель цикловой комиссии

 С.В. Ипатова

## Пояснительная записка

Методические указания к практическим работам учебной дисциплины

«Общие сведения об инженерных сетях территорий и зданий» для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена специальности 08.02.15 Информационное моделирование в строительстве, предназначено для закрепления и углубления знаний по изучаемой дисциплине, а также формирование навыков работы в коллективе, работы со справочными материалами, навыков выполнения расчетных заданий.

В рамках программы дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

формируемые ПК, ОК, ЛР	Умения	Знания
ОК 01- 02 ОК 09 ПК 3.3 ЛР 4-6, ЛР10-11 ЛР13-17	- читать чертежи и схемы инженерных сетей	- основные принципы организации и инженерной подготовки территории; - назначение и принципиальные схемы инженерно - технических систем зданий и территорий поселений; - энергоснабжение зданий и поселений; - системы вентиляции зданий.

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

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 3.3. Актуализировать данные структурных элементов информационной модели при решении профильных задач на этапе разработки архитектурной, конструктивной частей, инженерных систем и оборудования проекта

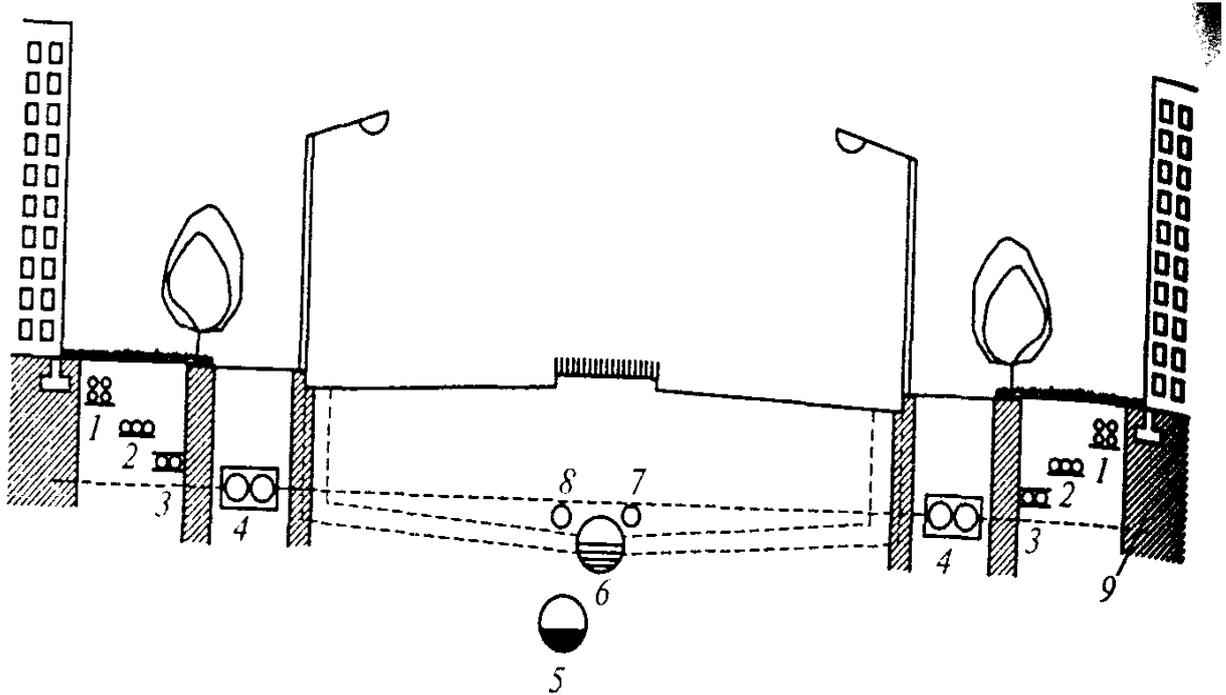
№ п/п	Тема	Название лабораторной работы	Кол-во часов
1	Тема 2. Инженерные сети и оборудование территорий поселений	Практическое занятие Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах	6
2	Тема 3. Водоснабжение и водоотведение поселений	Практическое занятие Основы проектирования водопроводной сети	10
3		Практическое занятие Основы проектирования канализационной сети	10
4	Тема 4. Теплоснабжение поселений и зданий	Практическое занятие Рассмотрение принципиальных схем теплоснабжения поселения	6
5	Тема 5. Вентиляция и кондиционирование зданий	Практические занятия Определение кратности воздухообмена в	2

		помещении	
6	Тема 6. Газоснабжение поселений и зданий	Практические занятия Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий	4
			38

## Практическая работа

### Условные обозначения инженерных сетей на планах и схемах

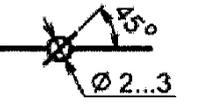
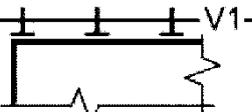
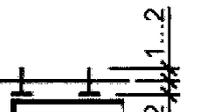
1. Перечислить последовательность расположения коммуникаций с учетом глубины заложения.
2. Указать условные обозначения выше указанных сетей на плане.



Условные графические обозначения сетей инженерно-технического обеспечения выполняются в соответствии с таблицей 6. Буквенно-цифровые обозначения сетей приведены в качестве примера и на чертежах должны соответствовать проектным.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Размер, мм
1 Сеть инженерно-технического обеспечения, прокладываемая в коммуникационных сооружениях:		
а) на эстакаде		
б) в галерее		То же
в) в тоннеле, проходном канале		
г) в непроходном канале		
д) в кабельном канале		
2 Сеть инженерно-технического обеспечения, прокладываемая в траншее		
3 Сеть инженерно-технического обеспечения надземная:		
а) на высоких опорах		
б) на низких опорах		

в) на опорах по покрытию здания (сооружения)		
г) на опорах по стене здания (сооружения)		

Трубопроводную, кабельную или воздушную сеть наносят одной линией, соответствующей оси (трассе) сети, и сопровождают установленными буквенно-цифровыми обозначениями.

Буквенно-цифровые обозначения сетей водоснабжения, канализации, тепловых сетей принимают по [ГОСТ 21.205](#).

Буквенно-цифровые обозначения силовых и осветительных электрических сетей составляют из прописной буквы "W" и цифр, характеризующих назначение сети или ее параметры.

Буквенно-цифровые обозначения электрических сетей связи, систем управления и информации составляют из прописной буквы "V" и цифр, характеризующих назначение сети или ее параметры.

Буквенно-цифровые обозначения сети наносят в разрывах линии сети с интервалами не более 100 мм, а также вблизи характерных точек (поворотов, пересечений, вводов в здания и сооружения и т.п.).

Сети, прокладываемые в одной траншее или на одной линии опор, допускается изображать одной линией, указывая виды сетей на полке линии-выноски.

Сети, прокладываемые в коммуникационных сооружениях, в пределах этих сооружений графически не указывают. Для указания вида и количества сетей приводят буквенно-цифровые обозначения на полках линии-выноски, проведенной от оси сооружения.

В случаях, когда в проекте все внеплощадочные сети проложены под землей, допускается условно изображать их сплошной линией с соответствующим пояснением.

Трассу высоковольтной линии электропередачи (ВЛ), резервную или перспективную, изображают тонкой штриховой линией. Границу коридора ВЛ изображают сплошной тонкой линией.

При большой насыщенности сводного плана сетей инженерно-технического обеспечения условные обозначения сетей допускается дополнять цветами согласно таблице 7.

Таблица 7

Наименование сети	Цвет	Образец цвета
1 Водоснабжение (всех видов)	Синий	
2 Канализация	Коричневый	

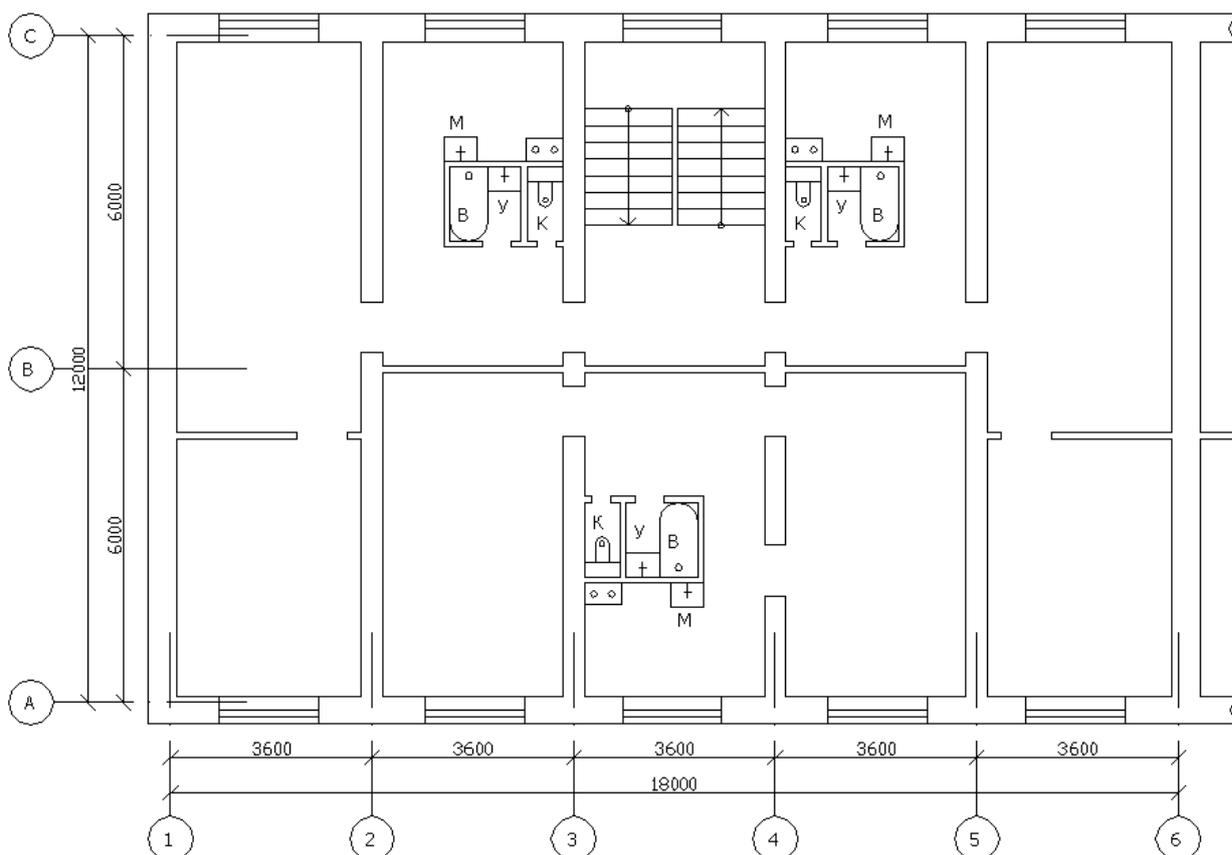
3 Водосток и дренаж	Коричневый светлый	
4 Теплосеть	Зеленый	
5 Паропровод	Зеленый светлый	
6 Сжатый воздух	Голубой	
7 Газопровод	Желтый темный	
8 Электроснабжение	Красный	
9 Сети (кабели) связи	Фиолетовый	
10 Коллектор для подземных коммуникаций	Оранжевый	

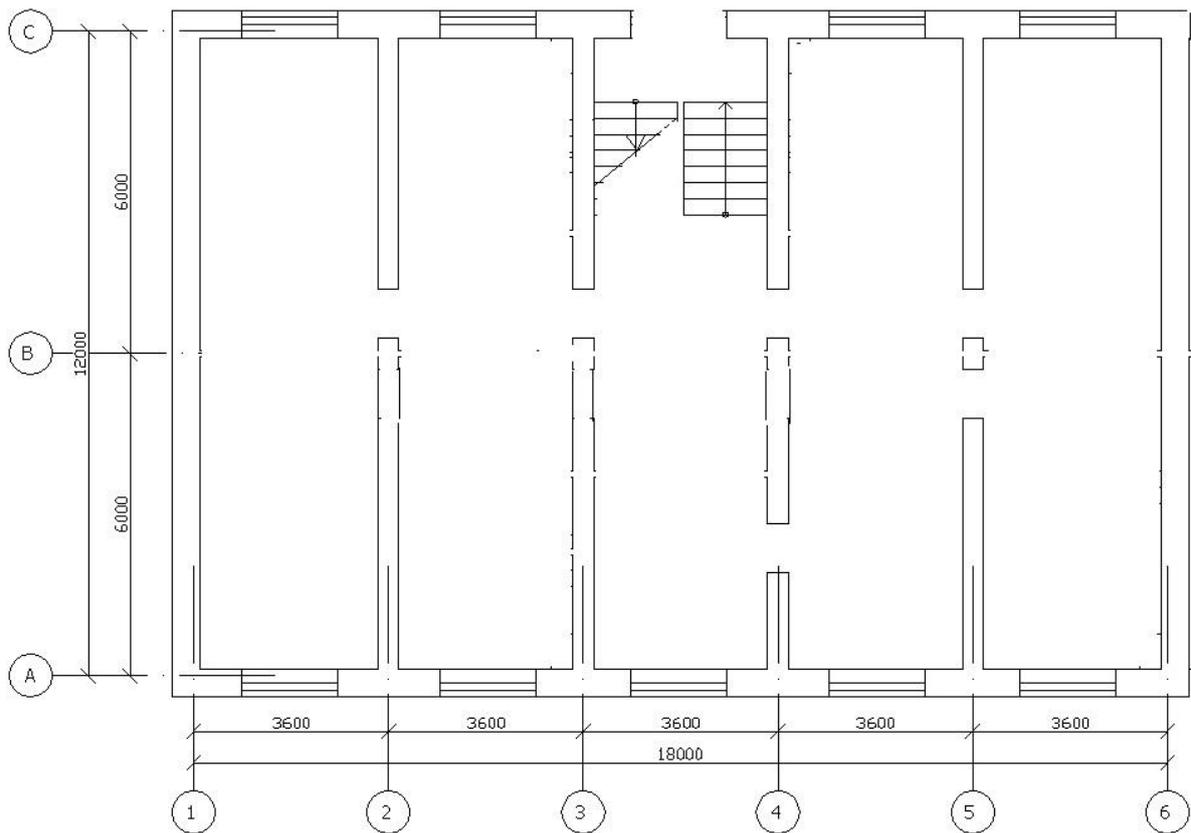
[Перейти к полному тексту документа](#)

## Практическая работа

### Основы проектирования водопроводной сети Основы проектирования канализационной сети

1. На плане подвала запроектировать водопроводные системы, водомерного узел, систему канализации и выпуски из здания.
2. На плане этажа расставить нумерацию стояком систем, с учетом их проектирования.



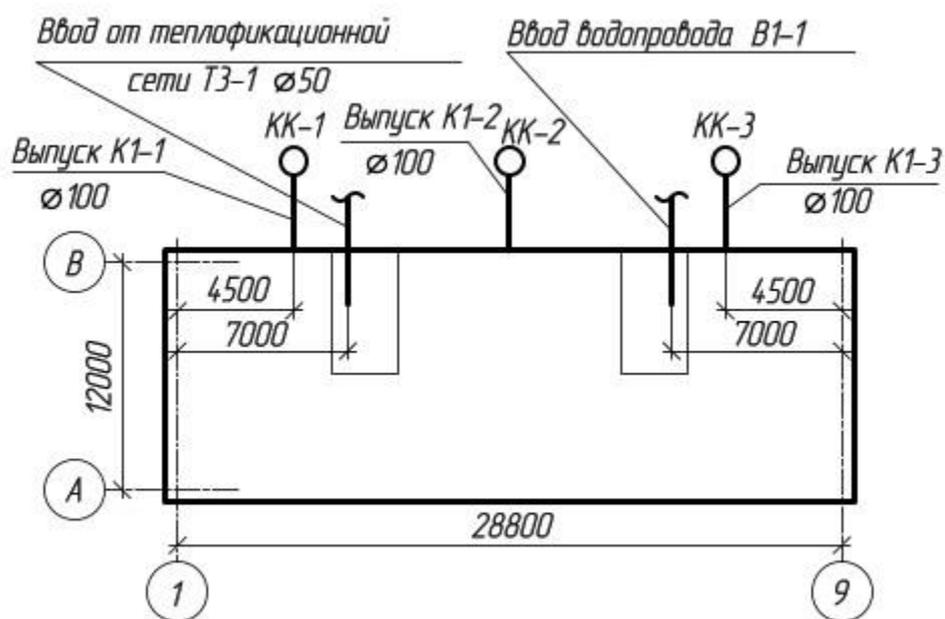


## ПРИМЕР

### Водоснабжение и канализация жилых зданий

Практически все современные здания оборудуются санитарно-техническими системами. Они представляют собой единый комплекс инженерных коммуникаций канализации, холодного и горячего водоснабжения, отопления, газоснабжения, мусороудаления, водостоков и необходимы для того, чтобы строения полностью соответствовали всем современным требованиям комфортабельности и благоустроенности. Их технический уровень во многом определяет то, насколько качественно реализовано жизнеобеспечение, как отдельных зданий, так и населенных пунктов, в общем и целом.

## План жилого дома

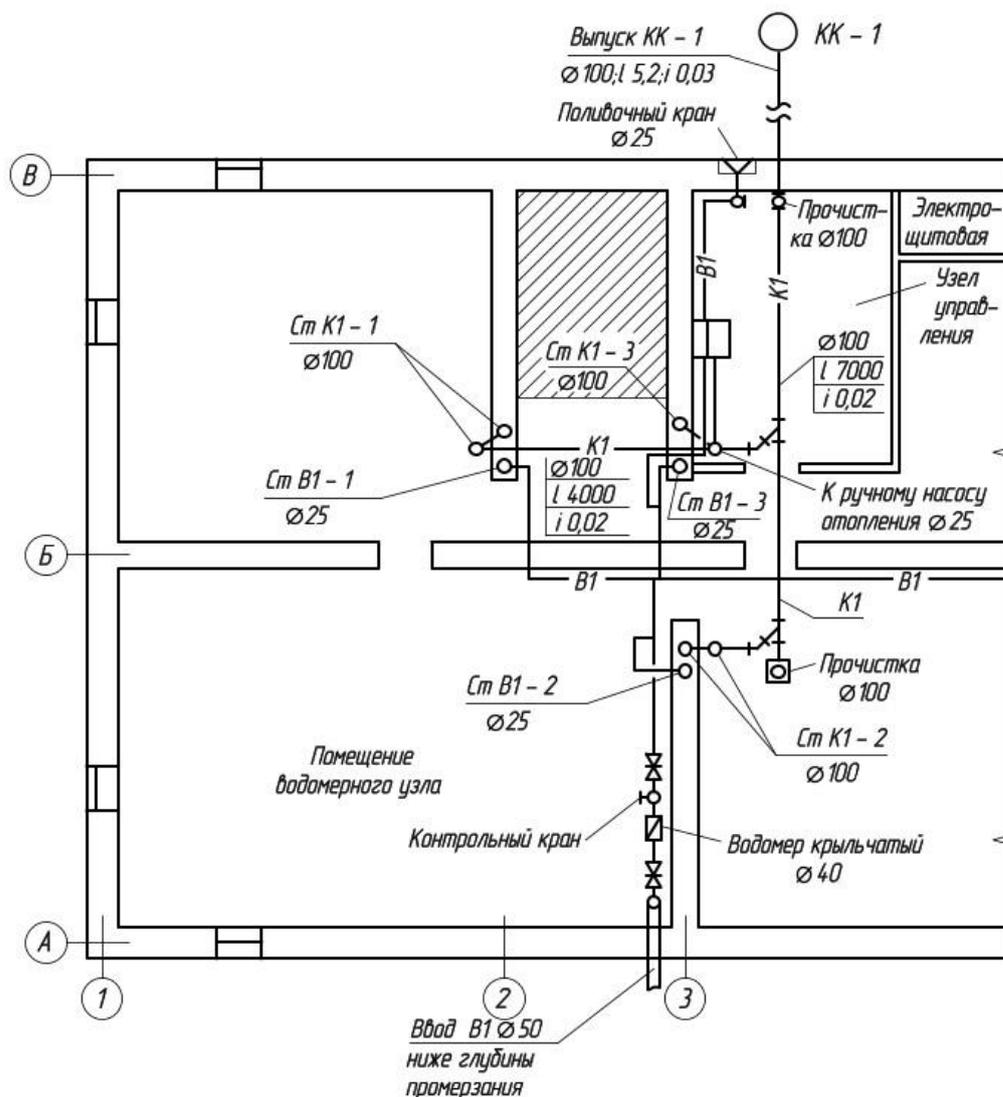


Чертеж плана жилого дома с вводами и выводами

На изображении показан план жилого дома который включает в себя выпуски канализационной системы, вводы системы отопления, холодного и горячего водоснабжения с их привязкой к угловым координационным осям. Кроме того, на нем проставлены диаметры трубопроводов выпусков и вводов, а также изображены колодцы канализации КК-1, КК-2 и КК-3. Согласно действующим нормам и стандартам, на планах должны указываться диаметры труб, необходимые отметки и размеры труб с уклоном, канализационные колодцы и профили сетей.

## План подвала жилого дома

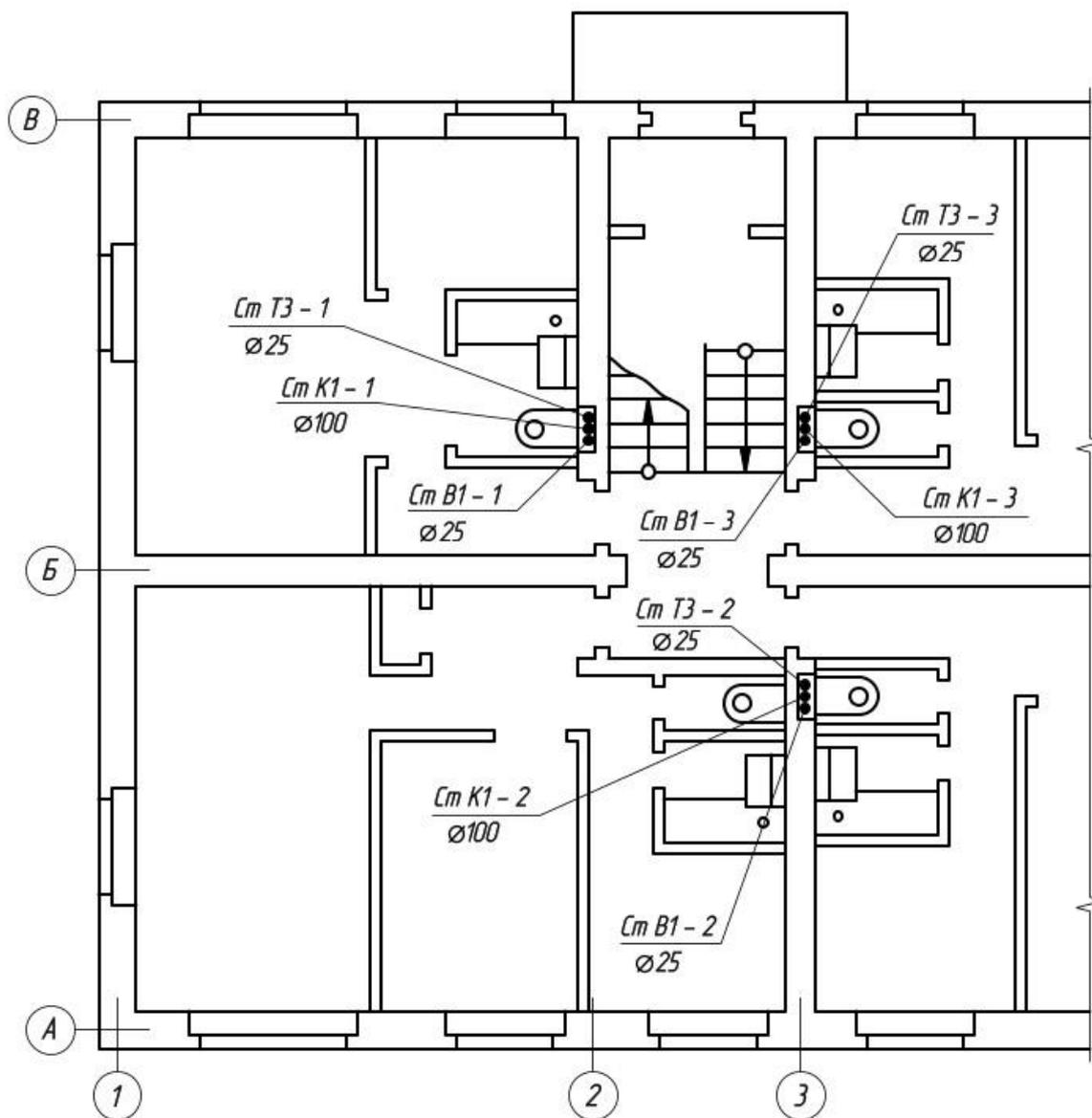
Приведенный ниже фрагмент плана подвала жилого дома включает в себя изображение канализационной ( К1 ) и водопроводной ( В1 ) систем. Указано, то место, в котором водопровод вводится в здание, а также то, где канализация отводится в канализационный колодец ( КК-1 ). Кроме того, на плане обозначены стояки канализации ( СтК1-1...СтК1-3 ) и водопровода ( СтВ1-1...СтВ1-3 ). На той части водопроводного трубопровода, что размещается в водомерном узле, смонтированы контрольный кран (  $\varnothing 15$  ), водомер (  $\varnothing 40$  ) и пара задвижек. На идущей от стояка В1-3 водопроводной линии, располагаются отводы, которые следуют ручному насосу системы отопления, раковине и поливочному крану. Помимо этого на части канализационного трубопровода, идущей к выпуску, обозначены диаметры труб, места прочистки, уклоны и протяженность прямолинейных участков трубопровода.



Фрагмент плана подвала жилого дома

## План первого этажа

На этом плане показаны расположенные в штробах капитальных стен стояки санитарных узлов: водопроводного ( СТВ1-1...СТВ1-3 ), канализационного ( СТК1-1...СТК1-3 ) и горячего водоснабжения ( СТГ1-1...СТГ1-3 ). Также проставлены диаметры этих трубопроводных систем.



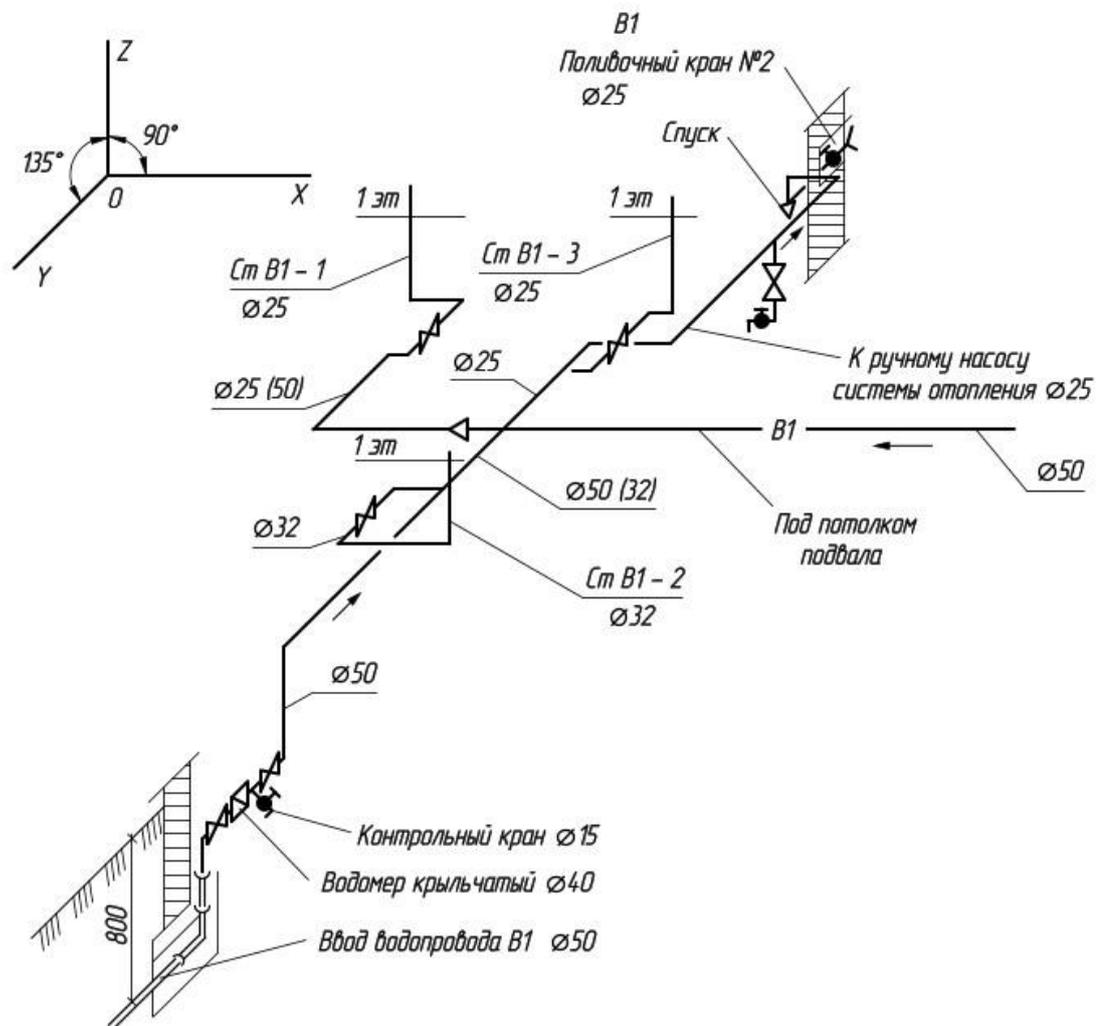
Фрагмент плана первого этажа

Проектируемые трубопроводные сети, которые наносятся на планы, являются той основой, на которой выполняются аксонометрические схемы сантехсистем. Эти схемы дают более наглядное представление о том, каким образом различные элементы трубопроводных систем здания располагаются друг относительно друга.

## АксонOMETрические схемы санитарно-технических систем

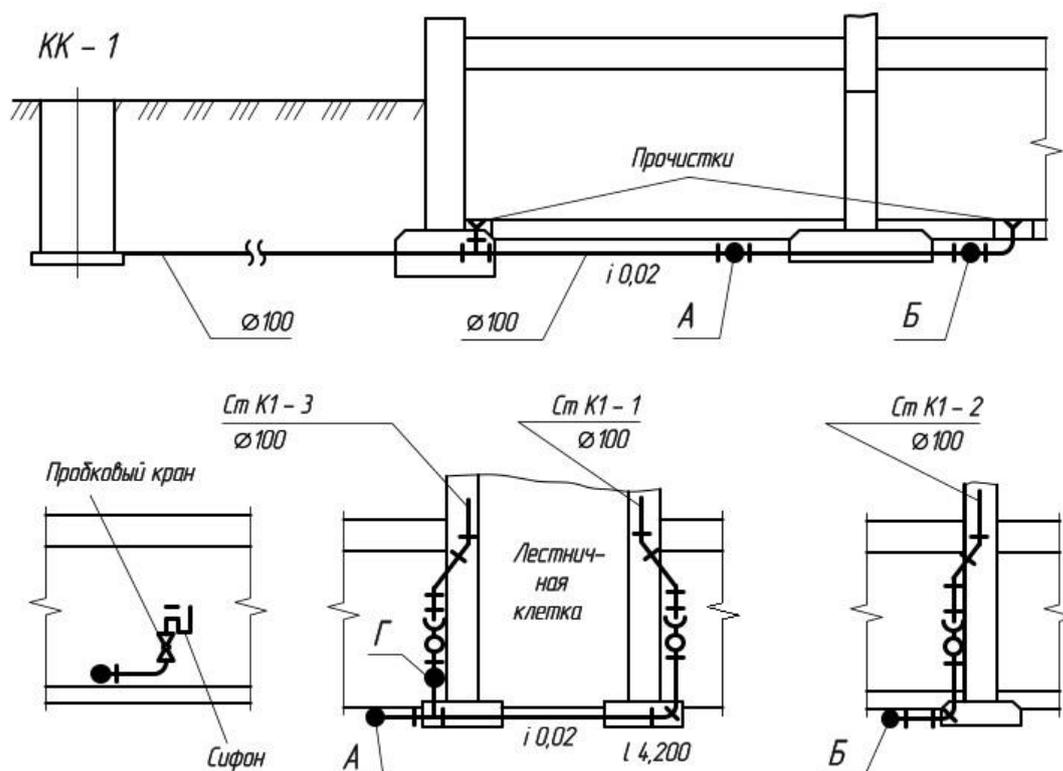
Для выполнения аксонометрических схем сантехсистем зданий и сооружений используется фронтальная изометрия с левой системой осей. Это дает возможность использования по всем осям неискаженных измерений. Для обозначения аксонометрических схем сетей холодного и горячего водоснабжения используются марки систем, проставляемые непосредственно над схемами. Полностью наименования систем (к примеру, «Схемы систем В2, Т3») указываются в соответствующих спецификациях.

На тех рисунках, что располагаются ниже, приведены изображения аксонометрических схем трубопроводных систем горячего (Т3) и холодного (В1) водоснабжения здания. На схематическом изображении водопровода указаны запорные вентили, диаметры труб, отводы к стоякам, места спусков воды, а также патрубки для перехода с одного на другой диаметр трубы. С помощью горизонтальной черты у стояков отмечен [уровень первого этажа](#). Кроме того, схема водопровода В1 содержит обозначение того, что для обустройства его ввода должны быть использованы трубы, имеющие диаметр 50 миллиметров, а соединение элементов следует производить с помощью раструбов.



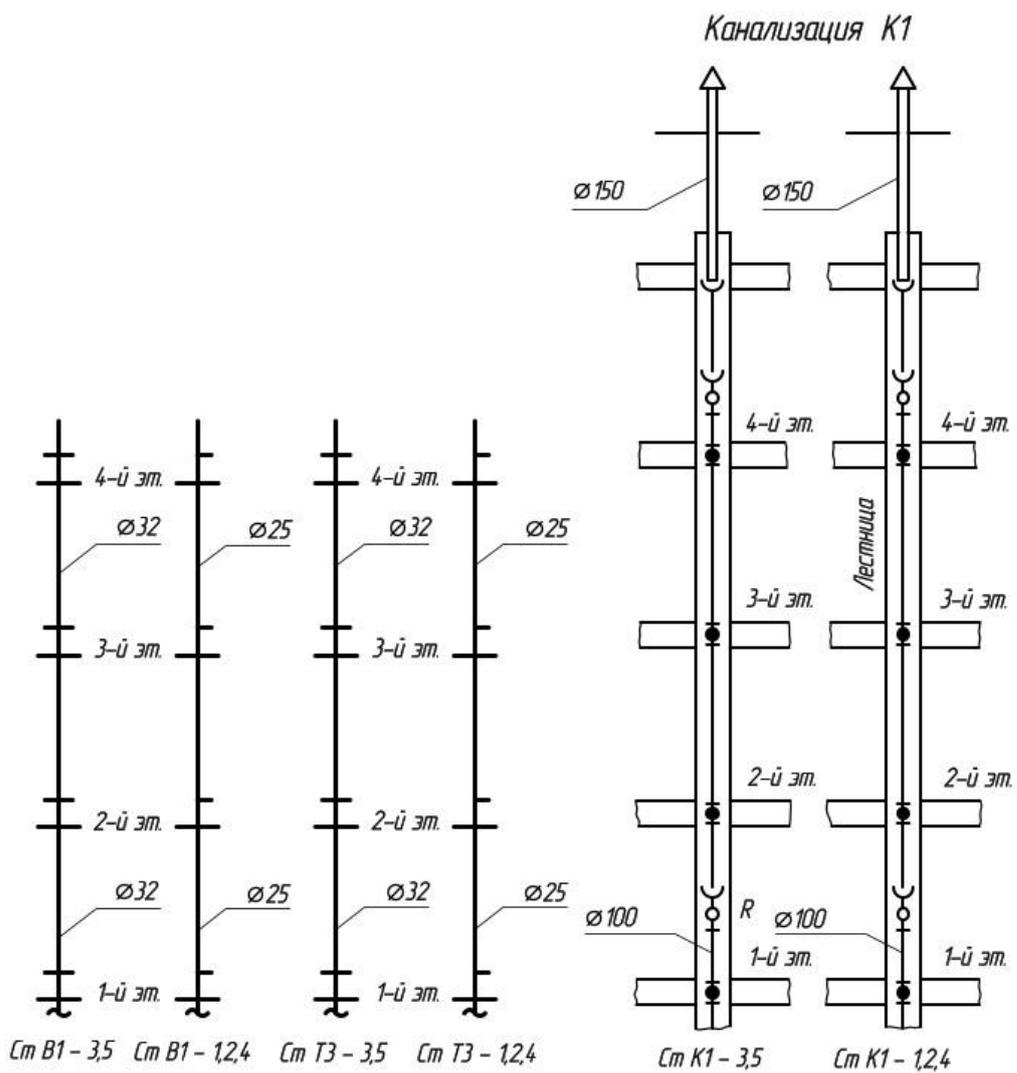
АксонOMETрическая схема трубопроводов водопровода





### Разрезы канализации

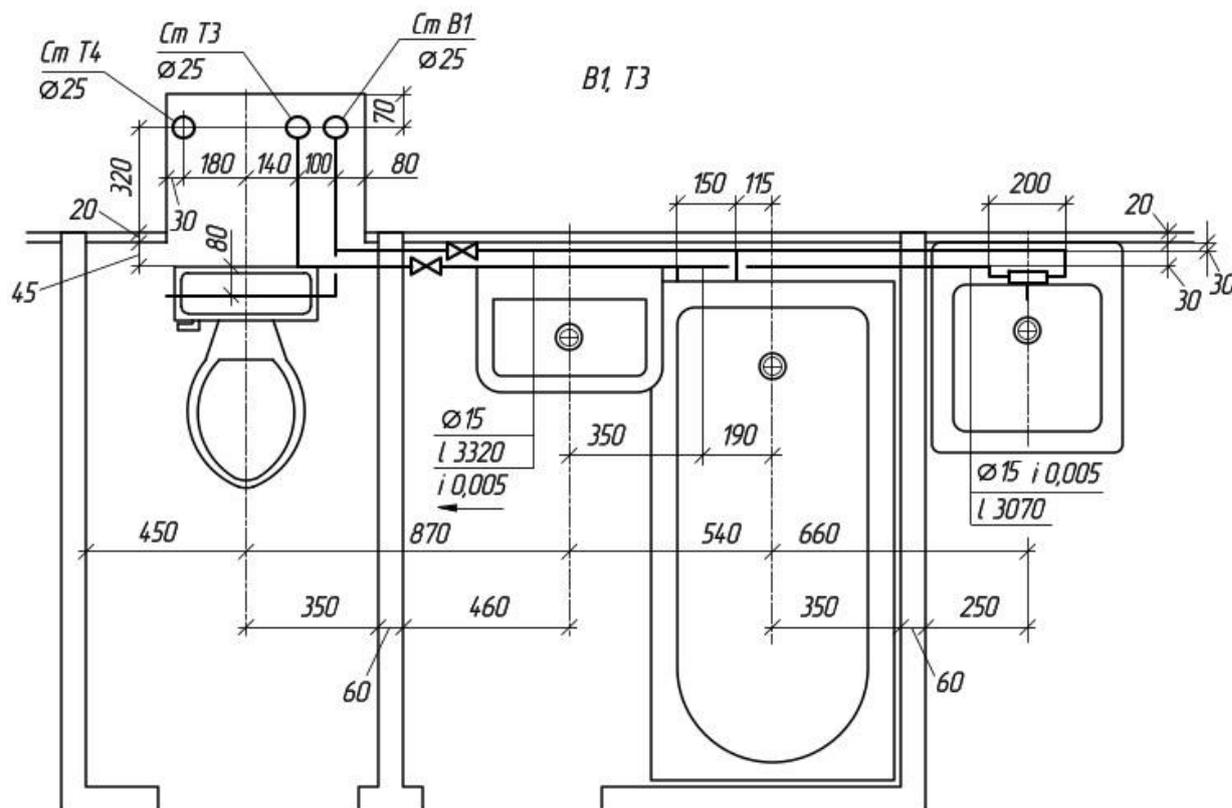
Схемы содержат также указания тех мест, где по этажам к санитарным приборам должны быть проложены ответвления от стояков. Схема стояков канализационной системы К1 (  $\varnothing 100$  ) содержит указания мест монтажа ревизий и расположения отводов. Для обеспечения вентиляции стояков используются асбестоцементные трубы, имеющие диаметр 150 миллиметров. Наружу они выводятся через чердак, а для их завершения используются флюгарки.



Схемы стояков канализации

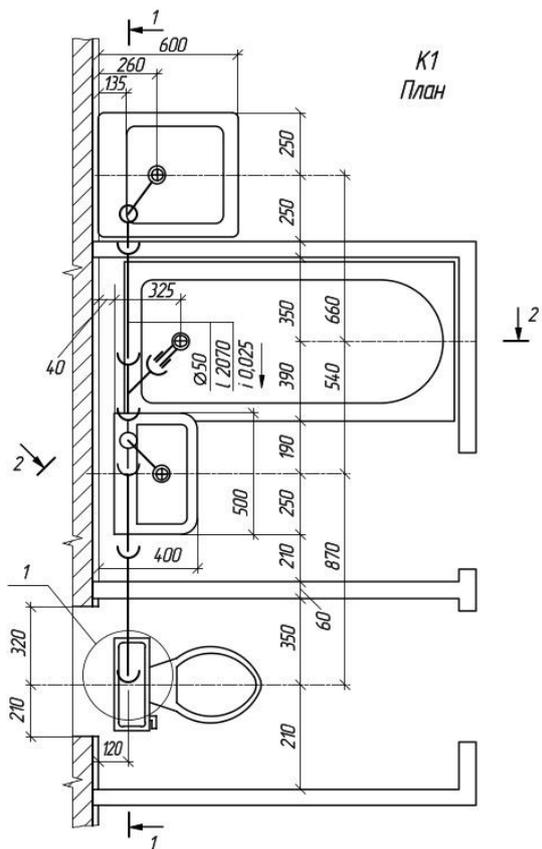
## Санитарные узлы зданий

Для изображения на строительных чертежах трубопроводных систем кухонных и санитарных узлов, а также требующих пояснений других участков сантехсистем зданий и сооружений, используются фрагменты, по которым производится монтаж трубопроводов. Ниже приведено изображение фрагмента плана санузла с трубопроводными системами горячего и холодного водоснабжения, с указанными установочными размерами, подводками к приборам и стояками.

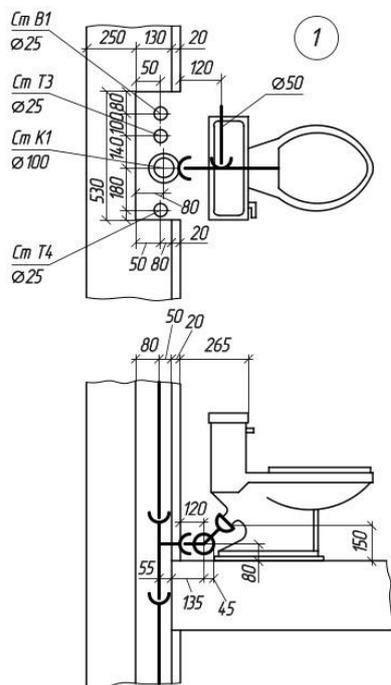


Фрагмент монтажного плана санитарного узла

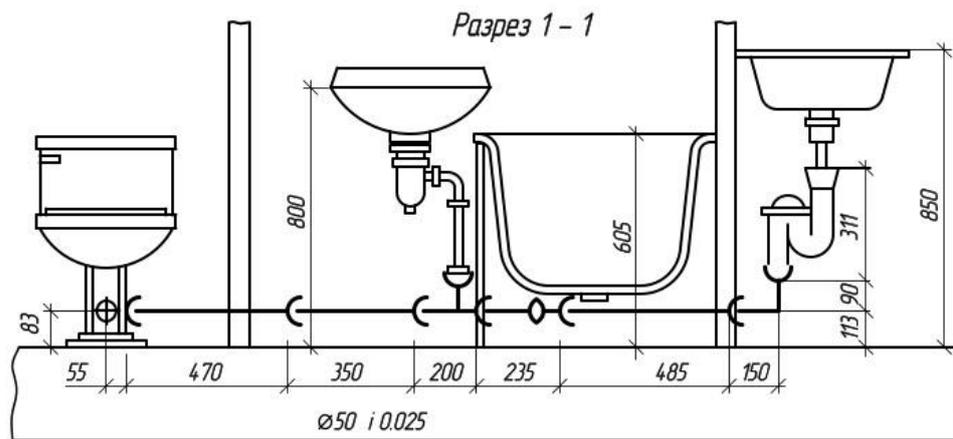
План санузла к1 содержит разрезы 1 - 1 и 2 - 2, а также выносной элемент 1 с канализационными трубопроводами. Стояки с их установочными размерами более подробно изображены на [выносном элементе](#). На разрезах и плане приведены все необходимые для практического монтажа системы данные, а именно: установочные размеры, расстояния от арматуры и центров фасонных частей до ответвлений и осевых линий пересечений, а также раструбные соединения труб.



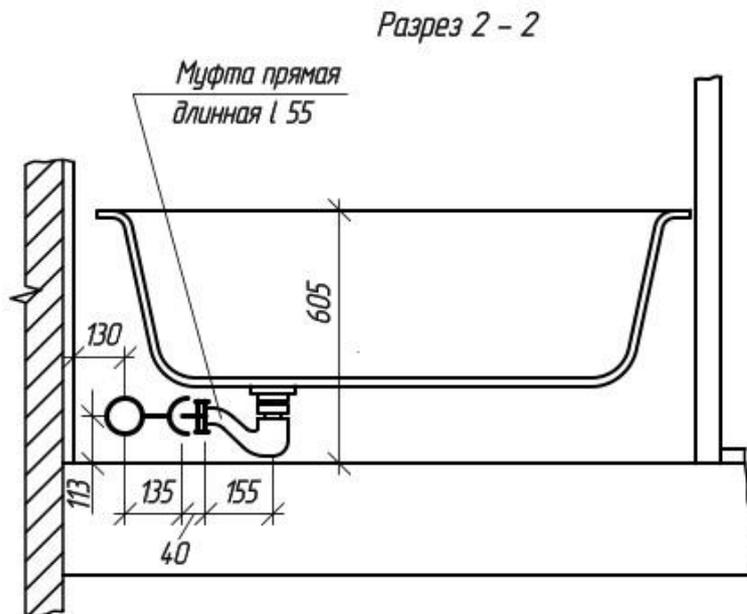
План санитарного узла



Выносной элемент



Разрез санузла 1-1



Разрез 2-2

Помимо всего прочего к монтажным планам добавляют спецификацию всех нужных материалов, комплектующую ведомость, схемы поэтажной разводки трубопроводов. В комплектующей ведомости с помощью графического изображения приводятся детали трубопроводной системы с указанием необходимых размеров, диаметров и изгибов труб, а также их заготовительная и монтажная длина.



### Спецификация материалов

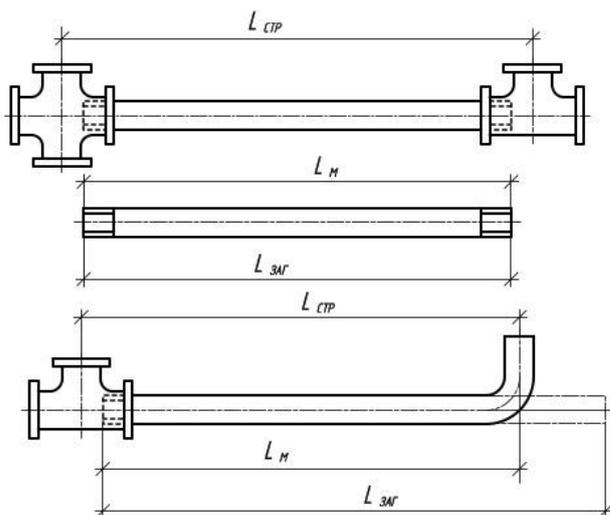
№	Наименование материалов	Ду, мм	Единица измерения	Количество
1	Трубы водогазопроводные оцинкованные	15	м	31,85
2	Тройники	2	шт.	2
3	Угольники	3	"	4
4	Муфты	4	"	4
5	Контргайки	5	"	1
6	Вентили	6	"	2

### Спецификация материалов

Под заготовительной длиной  $L_{зат}$  подразумевается та длина, которую деталь трубопровода имеет в выпрямленном состоянии.

Под монтажной длиной  $L_m$  подразумевается та длина, которую деталь трубопровода имеет между концами прямого отрезка, причем без установленной арматуры. Кроме того, монтажная длина – это также расстояние между точками пересечения осевых линий, или расстояние до точки пересечения от конца гнутой детали.

Под строительной длиной  $L_{стр}$  подразумевается тот размер, которым определяется расположение детали по отношению к детали смежной с ней. Кроме того, она определяет расстояние между прибором (кухни, санузла) и осью стояка, или стояком и центрами соединительных частей разводящего трубопровода.



### Заготовительная и монтажная длина

## Практическое занятие

### Рассмотрение принципиальных схем теплоснабжения поселения

#### СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

##### 1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ТЕПЛОНОСИТЕЛИ

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 теплоснабжения.

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, полужамкнутыми 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 *полужамкнутых* 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*.

##### 2. 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* (рис. 1,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)* (рис. 1,б) и *закрытые (замкнутые)* (рис. 1, в).

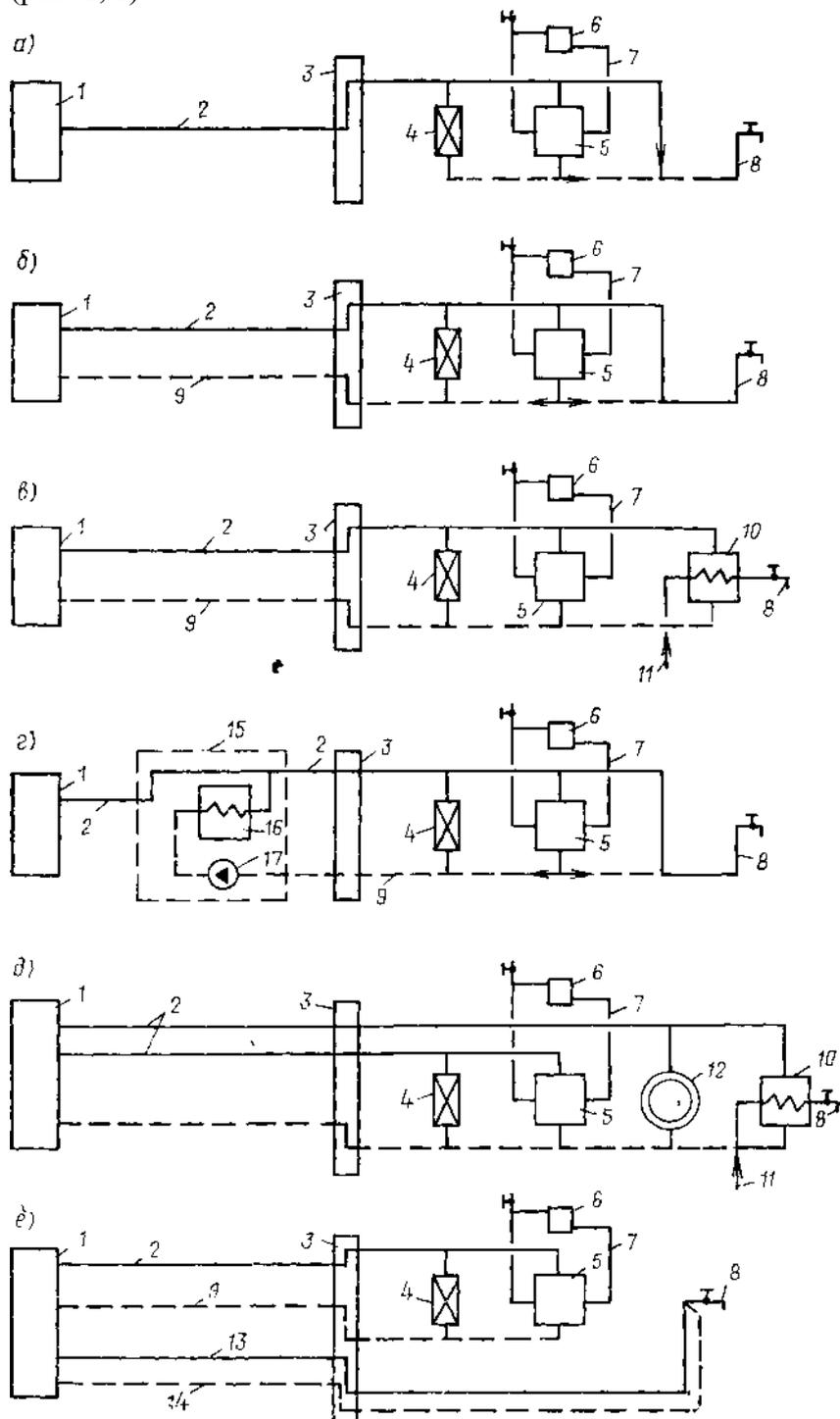


Рис 1. Принципиальные схемы водяных систем теплоснабжения

*а — однотрубной (разомкнутой), б — двухтрубной открытой (полузамкнутой), в — двухтрубной закрытой (замкнутой), г — комбинированной, д — трехтрубной е — четырехтрубной, /—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*

### 3. ПАРОВЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Как и водяные паровые системы теплоснабжения бывают *однотрубными, двухтрубными и многотрубными* (рис. 2)

В *однотрубной паровой системе* (рис. 2, 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* (рис. 2, в) применяются на промышленных площадках при получении пара от ТЭЦ и в случае, если технология производства требует пара разных давлений.

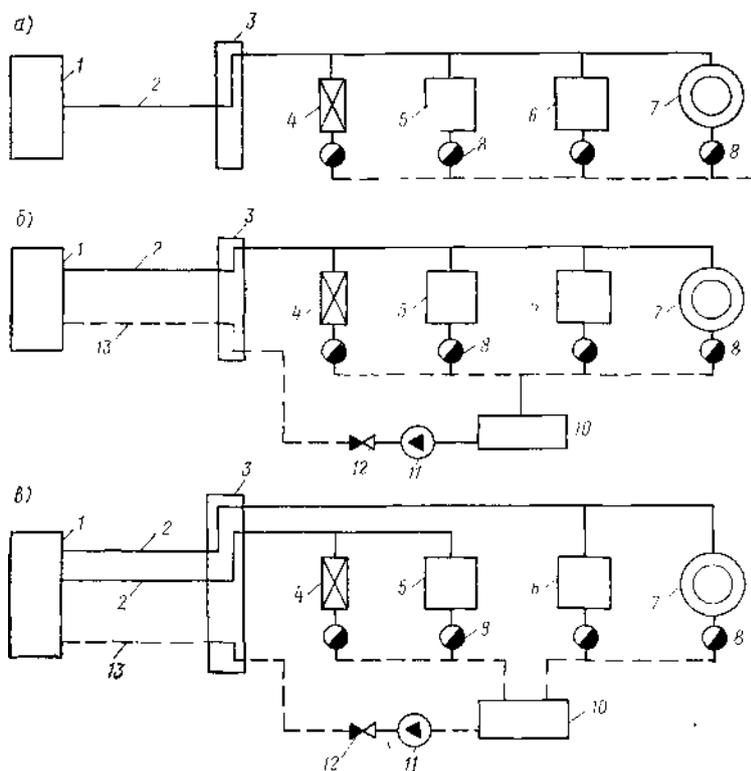


Рис. 2. Принципиальные схемы паровых систем теплоснабжения  
*а* — однотрубной без возврата конденсата; *б* — двухтрубной с возвратом конденсата; *в* — трехтрубной с возвратом конденсата; 1 — источник тепла; 2 — паропровод; 3 — абонентский ввод\* 4 — калорифер вентиляции; 5 — теплообменник местной системы 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

## ХОД РАБОТЫ

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

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

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 селей теплоснабжения?

## Практические занятия

### Определение кратности воздухообмена в помещении

1. Дом помещениями: кухня ( $s_1=15 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_2=23 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_3=16 \text{ м}^2$ ), гостиная ( $s_4=35 \text{ м}^2$ ), коридор ( $s_5=7 \text{ м}^2$ ), санузел ( $s_6=2,5 \text{ м}^2$ ), ванная ( $s_7=4,6 \text{ м}^2$ ), высота потолков  $h=2,5\text{м}$ . Составить воздушный баланс дома .
2. Дом помещениями: кухня ( $s_1=15 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_2=23 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_3=16 \text{ м}^2$ ), гостиная ( $s_4=35 \text{ м}^2$ ), коридор ( $s_5=7 \text{ м}^2$ ), санузел ( $s_6=2,5 \text{ м}^2$ ), ванная ( $s_7=4,6 \text{ м}^2$ ), гардеробная ( $s_8=7 \text{ м}^2$ ), высота потолков  $h=2,7\text{м}$ . Нужно составить воздушный баланс дома
3. Дом помещениями: кухня ( $s_1=15 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_2=23 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_3=16 \text{ м}^2$ ), гостиная ( $s_4=35 \text{ м}^2$ ), коридор ( $s_5=7 \text{ м}^2$ ), санузел ( $s_6=2,5 \text{ м}^2$ ), ванная ( $s_7=4,6 \text{ м}^2$ ), гардеробная ( $s_8=7 \text{ м}^2$ ), высота потолков  $h=2,7\text{м}$ . Нужно составить воздушный баланс дома
4. Дом помещениями: кухня ( $s_1=15 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_2=23 \text{ м}^2$ ), спальня ( $s_3=16 \text{ м}^2$ ), гостиная ( $s_4=35 \text{ м}^2$ ), коридор ( $s_5=7 \text{ м}^2$ ), санузел ( $s_6=2,5 \text{ м}^2$ ), ванная ( $s_7=4,6 \text{ м}^2$ ), гардеробная ( $s_8=7 \text{ м}^2$ ), высота потолков  $h=2,7\text{м}$ . Нужно составить воздушный баланс дома

## Практические занятия

### Рассмотрение принципиальных схем газоснабжения поселений и зданий

Природный газ имеет большое преимущество перед твердым и жидким топливом. Теплота сгорания его значительно выше, при сжигании его он не оставляет золы, продукты сгорания значительно более чистые в экологическом отношении. Его используют в тепловых электростанциях, в заводских котельных установках, доменных и мартеновских печах. Сжигание природного газа в доменных печах позволяет сократить расход кокса. В настоящее время природный газ применяется в автотранспорте, что позволят экономить бензин и сохранять чистоту воздушного бассейна.

Состав природного газа приведён в таблице 12.1

Таблица 12.1

Компоненты природный газ	Состав в %
$\text{CH}_4$	80 – 97
$\text{C}_2\text{H}_6$	0,4 – 4
$\text{C}_3\text{H}_8$	0,2 – 1,5%
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,1 – 1
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	0 – 1

N <sub>2</sub> (балластный газ)	2 – 13
CO <sub>2</sub> (балластный газ)	0,6-2,0
He (балластный газ)	0,01-0,5

*Основная составляющая* природного газа – метан.

*Объёмная теплота сгорания:*

$$Q_n^p = 0,108H_2 + 0,126CO + 0,234H_2S + 0,358CH_4 + 0,638C_2H_6 + 0,912C_3H_8 + 1,186C_4H_{10} + 1,46C_5H_{12} + 0,591CH + 0,860C_2H_4 + 1,13C_4H_8 + 1,40C_5H_{10}$$

$$Q_n^p = Q_n^p / \rho_{Г0}$$

*Плотность газа:*  $\rho_{Г} = m_{Г} / V_{Г}$ .

Низшая теплота сгорания метана  $Q_n^p = 35840 \text{ Дж/м}^3$ , плотность  $\rho_{Г} = 0,717 \text{ кг/м}^3$ .

*Относительная плотность:*  $\rho_{Г0} = \rho_{Г} / \rho_{в}$ , где  $\rho_{в}$  – плотность воздуха =  $1,293 \text{ кг/м}^3$ .

Для облегчения транспортировки и хранения в ёмкостях природного газа его сжижают, охлаждая при повышенном давлении. Для транспортировки в обычных баллонах природный газ разделяют, в результате такой газ состоит в основном из пропана C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> и бутана C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, а также более тяжёлых углеводородов, в виду того, что метан и этан не могут существовать в жидком состоянии при комнатных температурах.

Принципиальная схема газотранспортной системы показана на рис. 12.1.

Газ из скважины поступает в сепараторы, где от него отделяются твердые и жидкие механические примеси. Далее по промышленным газопроводам газ поступает в коллекторы и в промышленные газораспределительные станции (ПГРС). Здесь газ вновь очищают в масляных пылеуловителях, осушают, одорируют и снижают давление газа до расчетного значения, принятого в магистральном газопроводе. В начальный период эксплуатации пластовое давление бывает достаточное. Головную компрессорную станцию строят только после снижения давления пласте. Промежуточные компрессорные станции располагают примерно через 150 км. Для возможности проведения ремонтов предусматривают линейную запорную арматуру, которую устанавливают не реже чем через 25 км. Для надежности газоснабжения и возможности транспортировать большие потоки газа современные магистральные газопроводы выполняют в две или несколько ниток.

Газопровод заканчивается газораспределительной станцией (или несколькими ГРС), которая подает газ крупному городу или промышленному узлу. По пути газопровод имеет отводы, по которым газ поступает к ГРС промежуточных потребителей (городов, населенных пунктов и промышленных объектов).

Система магистрального транспортирования газа от промыслов до потребителей является достаточно жесткой, так как ее аккумулирующая способность невелика и может лишь частично покрыть внутрисуточную неравномерность потребления. Для покрытия сезонной неравномерности используют подземные хранилища и специально подобранные потребители регуляторы, которые в зимний период работают на другом виде топлива (газомазутные или пылегазовые электростанции).

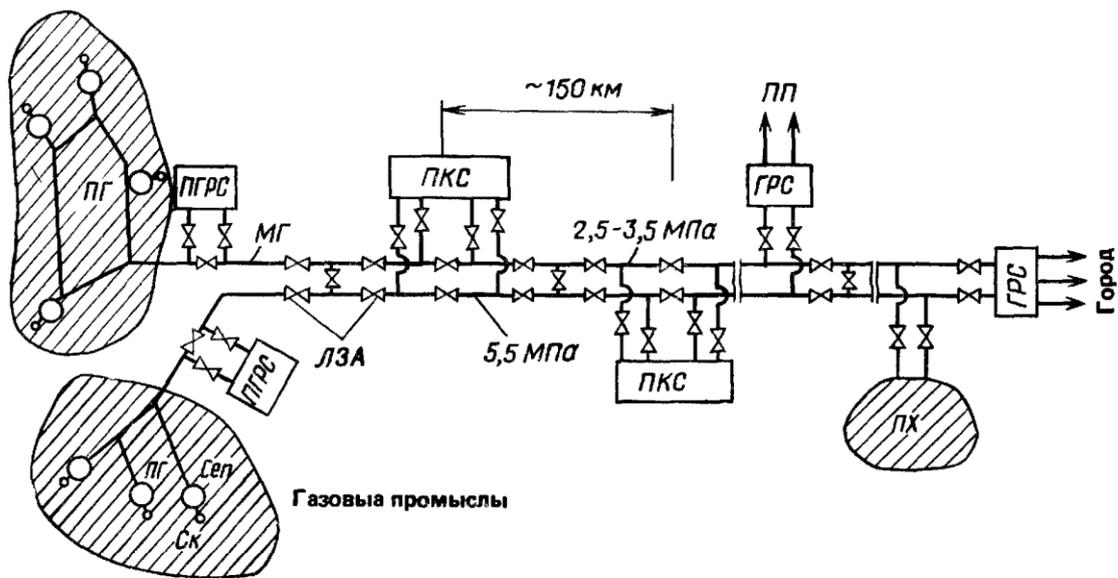


Рис.12.1 Принципиальная схема газотранспортной системы: Ск – скважины; Сеп – сепараторы; ПГ – промысловые газопроводы; ПГРС – промысловая газораспределительная станция; МГ – магистральный трубопровод; ПКС – промежуточная компрессорная станция; ЛЗА – линейная запорная арматура; ГРС – газораспределительная станция; ПХ – подземное хранилище газа; ПП – промежуточный потребитель.

Газопроводы строят диаметром до 1420 мм. Использование труб больших диаметров повышает экономичность газотранспортной системы. Газопроводы рассчитывают на максимальное давление в 7,5 МПа, которое имеет место после компрессорных станций. По мере движения газа его давление уменьшается, так как потенциальная энергия расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений. Перед компрессорными станциями давление снижается до 3...4 МПа. Мощность применяемых газоперекачивающих агрегатов 8...10 тыс. кВт.

Для выравнивания сезонной неравномерности служат подземные хранилища газа. В качестве подземных хранилищ используют истощенные газовые и нефтяные месторождения. Если вблизи центров потребления газа такие месторождения отсутствуют, то хранилища сооружают в подземных водоносных пластах. Подземное хранение газа получило в мировой практике большое распространение. В качестве подземных хранилищ используют пласты пористых пород. Хорошим коллектором является пласт, имеющий пористость не менее 15%. Во избежание потерь газа выбранный коллектор должен быть герметичным. Наибольшее значение имеют плотность и прочность кровли пласта. Кровля, состоящая из плотных пластичных глин или крепких известняков и доломитов без трещин толщиной 5... 15 м, обеспечивает должную герметичность, предотвращая утечку.

### Схема городских систем газоснабжения

Современные городские распределительные системы представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов:

- газовых сетей низкого, среднего и высокого давления,
- газораспределительных станций,
- газорегуляторных пунктов и установок.

В указанных станциях и установках давление газа снижают до необходимой величины и автоматически поддерживают постоянным. Они имеют автоматические

предохранительные устройства, которые исключают возможность повышения давления газа в сетях сверх нормы. Для управления и эксплуатации этой системы имеется специальная служба с соответствующими средствами, обеспечивающими возможность осуществлять бесперебойное газоснабжение.

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

1) газопроводы низкого давления с давлением газа до 5 кПа (500 мм вод. ст. избыточных);

2) газопроводы среднего давления с давлением от 5 кПа до 0,3 МПа (до 3 кгс/см<sup>2</sup> избыточных);

3) газопроводы высокого давления II категории с давлением от 0,3 до 0,6 МПа (от 3 до 6 кгс/см<sup>2</sup> избыточных);

4) газопроводы высокого давления I категории для природного газа и газозвоздушных смесей от 0,6 до 1,2 МПа (от 6 до 12 кгс/см<sup>2</sup> избыточных), для сжиженных углеводородных газов до 1,6 МПа (до 16 кгс/см<sup>2</sup> избыточных).

Газопроводы низкого давления служат для транспортирования газа в жилые, общественные здания и предприятия бытового обслуживания. В газопроводах жилых зданий разрешается давление до 3 кПа; в газопроводах предприятий бытового обслуживания непромышленного характера и общественных зданий — до 5 кПа.

Газопроводы среднего и высокого (II категории) давления служат для питания городских распределительных сетей низкого и среднего давления через газорегуляторные пункты (ГРП). Они также подают газ через ГРП и местные газорегуляторные установки (ГРУ) в газопроводы промышленных и коммунальных предприятий. По действующим нормам максимальное давление для промышленных предприятий, а также расположенных в отдельно стоящих зданиях отопительных и производственных котельных, коммунальных и сельскохозяйственных предприятий допускается до 0,6 МПа. Для предприятий бытового обслуживания промышленного характера, пристроенных к производственным зданиям, давление газа допускается до 0,3 МПа.

Городские газопроводы высокого (I категории) давления являются основными артериями, питающими крупный город, их выполняют в виде кольца, полукольца или в виде лучей. По ним газ подают через ГРП в сети среднего и высокого давления, а также промышленным предприятиям, технологические процессы которых нуждаются в газе давлением свыше 0,6 МПа.

На рис. 12.2 показана система газоснабжения, состоящая из трех ступеней давления, запроектированная из газопроводов высокого давления, допускающих давление величиной 1,2 МПа, газопроводов высокого давления, допускающих 0,6 МПа, и газопроводов низкого давления — до 3 кПа.

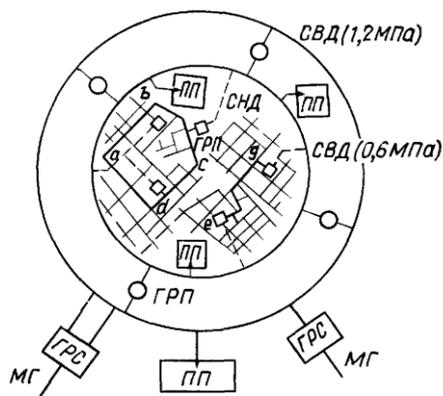


Рис. 12.2. Многоступенчатая система газоснабжения крупного города: СВД — сеть высокого давления, СНД — сеть низкого давления, ПП — промышленные предприятия

На схеме для большей наглядности газопроводы расположены последовательно, в действительности по одним и тем же улицам и проездам параллельно могут проходить газопроводы высокого и низкого давления или среднего и низкого давления. Это вызвано тем, что сети низкого давления охватывают всю селитебную территорию, является протяженными и для сокращения расхода металла их питают в нескольких точках через ГРП, а газ к ГРП поступает по газопроводам высокого или среднего давления. Чем глубже расположен ГРП, тем длиннее будет параллельная прокладка газопроводов.

Минимальный условный диаметр для распределительных газопроводов принимают обычно равным 50 мм, а для ответвлений к потребителям — 25 мм. Толщина стенки трубы для подземных газопроводов должна быть не менее 3 мм, а для надземных — не менее 2 мм. Толщина стенок труб для подводных переходов должна быть на 2 мм больше расчетной, но не менее 5 мм. Для их строительства следует использовать длинномерные сварные трубы. Соединение труб осуществляют сваркой. Качество сварных стыков контролируют. У наружных газопроводов фланцевые соединения устанавливают для присоединения задвижек, кранов и другой арматуры. Для уплотнения применяют паронит, резину и другие материалы в соответствии со СНиП. Резьбовые соединения допустимы при установке кранов, пробок и муфт на гидрозатворах и сборниках конденсата, на надземных вводах газопроводов низкого давления в местах установки отключающих устройств и для присоединения контрольно-измерительных приборов. На внутренних газопроводах резьбовые и фланцевые соединения устраивают в местах установки арматуры, газовых приборов и другого оборудования.

## Критерии оценки

Результат задания определяется оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно"

проводится по 5-бальной системе с учетом профессиональных требований (см. таблицу)

Оценка	Требования к знаниям и умениям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач; умеет выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество; умеет пользоваться действующими ГОСТ, методическими и учебными пособиями для выполнения практических заданий с использованием компьютерных программ.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические знания при выполнении практических заданий и решении задач, владеет необходимыми навыками.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.