

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 28.10.2023 16:55:16

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

**Свитайло Л.В.**

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ



Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВО  
«ПРИМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

**Свитайло Л.В.**

# **ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ**

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по направлению  
подготовки 21.03.02 Землеустройство и  
кадастры

Уссурийск 2021

УДК 696/697 (-22)  
ББК 38.621 С 247

Рецензент: Богатый А.А., канд. биол. наук, доцент кафедры  
«Водоснабжения и водоотведения»

Свитайло Л.В.

С 247 Инженерное обустройство территории: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры /Л.В. Свитайло - изд.-во 2-е перераб. и доп.; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия». – Уссурийск, 2016. – 87 с.

В учебном пособии рассматриваются теоретические вопросы по изучению дисциплины «Инженерное обустройство территории» (Раздел «Инженерное оборудование территорий населенных мест»), даны рекомендации по выполнению практических, самостоятельных и контрольных работ для направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

© Л.В. Свитайло, 2021  
© ФГБОУ ВПО ПГСХА, 2021

## Содержание

Введение	4
1 Системы водоснабжения	6
2 Системы водоотведения	21
3 Системы теплоснабжения	37
4 Газоснабжение	44
5 Электроснабжение	51
6 Санитарная очистка территории	57
Приложения	66
А. Нормы водопотребления	66
Б. Данные для гидравлического расчета трубопроводов	67
В. Таблица для гидравлического расчета канализационных самотечных керамических и чугунных труб	69
Г. Исходные данные для выполнения практической и контрольной работ	70
Д. Длины участков водопроводной сети	72
Е. Данные к расчету системы теплоснабжения	74
Ж. Данные к расчету системы газоснабжения	75
И. Самостоятельная подготовка по разделу «Инженерное оборудование территорий населенных пунктов»	76
К. Вопросы к экзамену	77
Л. Тест по проверке остаточных знаний	79
Список литературы	86

## **Введение**

Учебная дисциплина «Инженерное обустройство территории» предназначена для изучения студентами направления «Землеустройство и кадастры» и сориентирована на подготовку высококвалифицированных специалистов – землеустроителей хорошо владеющих приемами инженерного обустройства территории.

Задачей данной дисциплины является изучение вопросов организации инженерной транспортной инфраструктуры поселения, овладение теоретическими и практическими навыками в области размещения инженерных коммуникаций, их проектирования и строительства.

Изучение данной дисциплины основывается на знаниях математики, физики, геодезии и других дисциплин, которые являются предпосылкой для более глубокого понимания вопросов использования земель, землеустройства.

Инженерные сети городов и поселений представляют собой очень важный элемент инженерного обустройства, который неразрывно связан с градостроительством и является одной из важнейших его составных частей.

Градостроительство решает задачи создания благоприятной жизненной среды с обеспечением комфортных условий для всех видов деятельности населения.

Инженерное обустройство городов включает в себя ряд мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий жилой застройки, транспортному и инженерному обслуживанию населения, оздоровлению городской среды средствами санитарной очистки.

Инженерное обустройство территории представляет собой сложную систему инженерных коммуникаций, сооружений и вспомогательных устройств. Инженерные коммуникации бывают подземными, наземными и надземными. Подземные инженерные сети, главным образом, используются на застроенных территориях и являются одним из важнейших элементов инженерного благоустройства территорий. Подземные сети предназначены для комплексного и полного обслуживания нужд населения, культурно-бытовых

предприятий и потребностей производства. К подземным сетям относятся трубопроводы, кабели, коллекторы.

На застроенных территориях используют трубопроводы различного назначения: водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения.

В данном учебном пособии рассматриваются важные вопросы данного курса – расчет систем водоснабжения, водоотведения (канализации), тепло-, газоснабжения сельского поселения и другие. **Студенты очной и заочной формы обучения выполняют практическую или контрольную работу согласно выданного преподавателем варианта задания и с использованием приложений Г, Д, Е, Ж данного учебного пособия.**

## 1 Системы водоснабжения

**Системой водоснабжения** принято называть комплекс сооружений и инженерного оборудования для захвата артезианских, грунтовых, поверхностных вод, подъема, обработки, хранения, транспортирования и распределения их между отдельными потребителями.

В комплекс сооружений входят (рисунок 1): водозаборные сооружения, насосные станции, очистные сооружения, регулирующие емкости, водоводы и сеть.

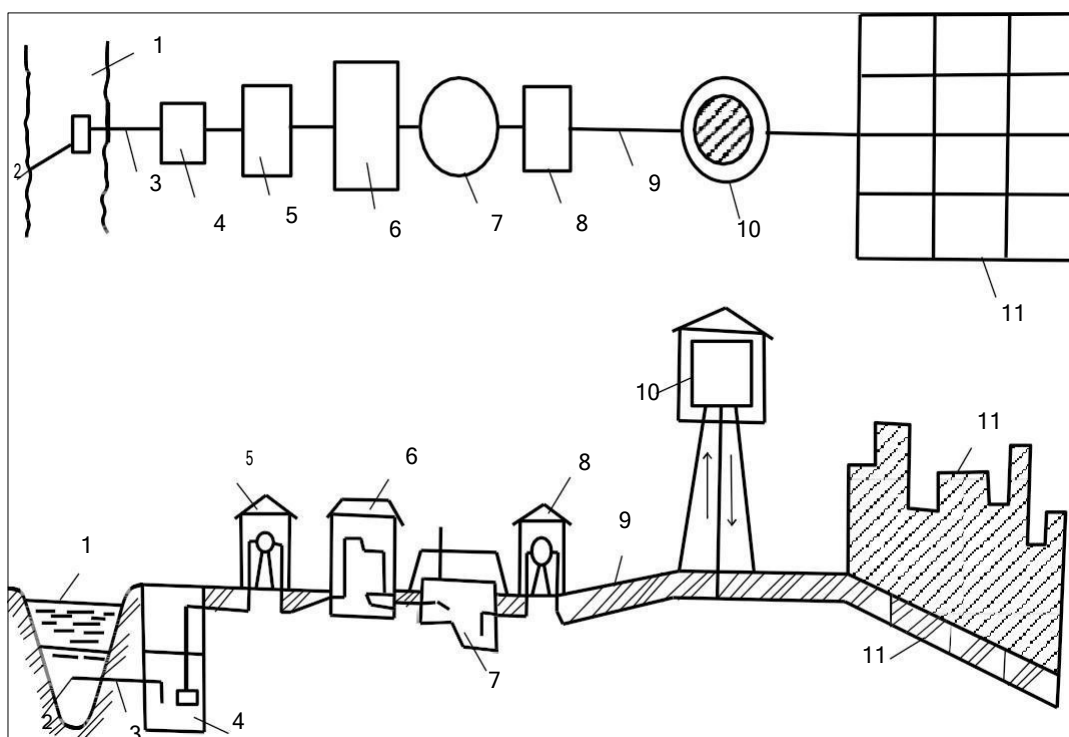


Рисунок 1 – Схема водоснабжения населенного пункта с забором воды из поверхностного источника:

1 – водозаборное сооружение; 2 – водоприемник; 3 – самотечная линия; 4 – береговой колодец; 5 и 8 – насосные станции I и II подъемов; 6 – очистные сооружения; 7 – резервуар; 9 – водовод; 10 – водонапорная башня; 11 – сеть водопровода.

В ряде систем водоснабжения некоторые из этих сооружений отсутствуют, и тогда система водоснабжения значительно упрощается (рисунок 2).

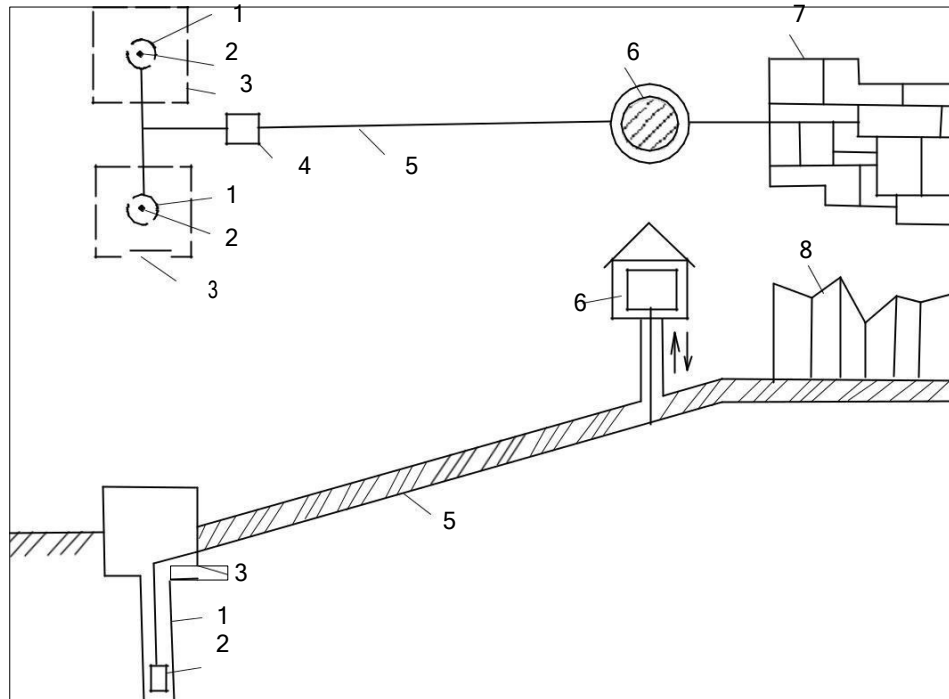


Рисунок 2 – Схема водоснабжения с забором воды из подземного источника:

1 – водозаборная скважина; 2 – погружные насосы; 3 – камеры под водозаборными скважинами; 4 – камера переключения; 5 – напорный водовод; 6 – водонапорная башня; 7 – разводящая сеть; 8 – населенный пункт.

Централизованные системы сельскохозяйственного водоснабжения различаются по назначению, способам подачи воды, регулирования расходов и давления.

По общему назначению они делятся на объединенные (жилой и производственной зон), полевые (полевые или бригадные станы на пашне), групповые или районные, обеспечивающие водоснабжение нескольких поселков или других рассредоточенных объектов, включая бригадные станы и



водопойные пункты. Первые четыре типа систем принято называть локальными.

По функциональному назначению системы водоснабжения различают: объединенные хозяйственно-питьевые, производственные и поливочные с пожаротушением из общей сети; отдельные хозяйственно-производственно-технические с тушением пожара из каждой из них; производственно-противопожарные (водопроводы на животноводческих фермах, промплексках и в производственной зоне поселка); поливочные (только для полива улиц и зеленых насаждений, приусадебных участков, парников и теплиц); дуплексные системы (для подачи потребителям опресненной и минерализованной воды); оборотные и повторного использования воды (для производственных нужд).

По способу подачи воды системы водоснабжения подразделяются на системы: с механическим подъемом воды; самотечные и комбинированные.

По способу регулирования расходов и давления воды системы водоснабжения делятся на: башенные, безбашенные (расход и давление регулируются насосами или пневматическими устройствами).

В зависимости от способа тушения пожара системы водоснабжения бывают: низкого давления с применением мотопомпы для создания необходимого напора с забором воды из разводящей сети (из гидрантов) или из водоемов; высокого давления с временным повышением давления в сети стационарными насосами, позволяющими тушить пожар непосредственно из гидрантов водопроводной сети.

Ту или иную локальную систему водоснабжения в каждом конкретном случае выбирают в зависимости от местных условий. Объединенная система водоснабжения наиболее целесообразна при достаточном минимальном дебите источника и близкорасположенных друг от друга жилой и производственной зон.

Отдельные системы водоснабжения для жилой и производственной зон поселка рекомендуется применять: при дебитах подземных вод, исклю-

чающих возможность строительства общего водозабора; при расстояниях между ними более 1,0 – 1,5 км и расположении их на разных уровнях; при дебитах подземных вод, обеспечивающих только хозяйственно-питьевые потребности жилой зоны.

Поливочные системы проектируют: в районах с дефицитом пресной воды, где дебита источников едва хватает для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд жилой зоны; в населенных пунктах, использующих для хозяйственно-питьевых потребностей очищаемую или опресняемую воду поверхностного источника; в тех случаях, когда расход воды на полив при его пропуске по водопроводной сети требует увеличения её диаметра, принятого для пропуска расчетного хозяйственного и противопожарного расхода воды.

Строительство локальных систем водоснабжения, как правило, связано с большими затратами, поэтому в небольших существующих поселках с преобладанием одноэтажного жилого фонда, не подлежащего сносу, обычно устраивают шахтные и мелкотрубчатые колодцы с механизированными водоподъёмниками и строят местные системы водоснабжения для отдельных зданий культурно-бытового и производственного назначения.

Самотечную подачу воды из источника следует рассматривать во всех случаях, где это окажется возможным. Она целесообразна тогда, когда динамический уровень воды в источнике выше любой точки на трассе водовода и территории объекта настолько, что расчетные свободные напоры в разводящей сети обеспечиваются при поступлении воды по трубам экономического диаметра.

Механический подъём воды – самый распространенный, так как в подавляющем числе случаев возможность самотечной подачи отсутствует.

Комбинированные (смешанные) системы применяют в целях максимального использования имеющихся благоприятных условий местности. Например, при наличии достаточной высоты вблизи населенного пункта, где можно расположить регулирующие запасные резервуары, воду целесообразно подавать в них насосом по напорному водопроводу, а из резервуаров в

разводящую сеть – самотеком. При других условиях рельефа местности вода на территории поселка может поступать самотеком в наземные резервуары, а далее её можно подавать насосами в водонапорную башню или баки пневматической установки и в разводящую сеть.

Сооружение водонапорных резервуаров по сравнению с водонапорными башнями более экономично. Однако, водонапорные резервуары размещают только на естественных возвышенностях. Водонапорные башни и резервуары сооружают для создания в сети постоянного необходимого напора (в связи с неравномерностью водопотребления) и для запаса воды в целях пожаротушения и в часы наибольшего потребления.

Напор, зависит от высоты башни, которую рассчитывают по формуле

$$H_B = H_{св} + h_{Б-д.т.} + (Z_{д.т.} - Z_B), \text{ м}$$

где  $H_{св}$  – высота свободного напора, м;  $h_{Б-д.т.}$  - потери высоты напора при движении воды по трубам от башни до диктующей точки, м;  $Z_{д.т.}$  и  $Z_B$  – отметки земли в диктующей точке и в месте установки башни, м.

Свободным напором воды в водопроводной сети называется та высота, на которую может подняться вода в вертикальной трубе, присоединенной к уличной сети.

Для того чтобы воду подать на верхние этажи здания, в уличной сети необходимо иметь напор на 2-3 м больше, чем высота, на которой расположен самый высокий кран в здании. Это необходимо для создания нужной скорости течения воды в водоразборных кранах и возмещения потерь напора в трубах при движении воды.

Свободные напоры в наружной сети водопровода для застройки разной этажности приведены в таблице 1:

Таблица 1 – Свободные напоры в водопроводной сети

Этажность застройки	1	2	3	4	5
Свободный напор, м	10	12	16	20	24

Свободный напор воды в сети у водоразборных колонок должен быть не менее 10 м.

Отдельные высокие здания, а также, расположенные в повышенных местах, могут не учитываться при определении необходимых свободных напоров. В этих случаях следует предусматривать местные установки для повышения напора.

По способу регулирования расходов воды и давления воды наибольшее распространение для водоснабжения небольших сельских населенных пунктов и небольших ферм получила башенная система. Она, как правило, целесообразнее по экономическим показателям при ограниченных объемах регулирующего, аварийного и противопожарного запасов. В баках водонапорной башни, кроме регулирующего объема, может храниться противопожарный и аварийный запасы воды. Вода в разводящую сеть подается постоянно действующими насосами. По мере увеличения или уменьшения водоразбора они автоматически включаются или выключаются.

Состав сооружения локальных систем водоснабжения зависит от местных условий: характера источника, качества исходной воды, планировки и застройки населенного пункта, объема водопотребления и др. Как правило, в него входят следующие сооружения: водозабор из подземного или поверхностного источника; насосная станция I подъема, отдельная или совмещенная с водозабором; сооружения для улучшения качества воды; резервуары для хранения регулирующего, аварийного и противопожарного запасов воды; насосная станция II подъема с хозяйственными и противопожарными насосами; водонапорная башня; напорные и самотечные водоводы разводящей сети.

Вода на животноводческих комплексах расходуется на поение животных, гидравлическую уборку навоза, приготовление кормов, санитарную уборку помещений, а также на нужды котельной и персонала обслуживающего комплекса.

На животноводческих комплексах можно применять следующие системы водоснабжения:

- объединенные хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные с устройством ввода во все здания и установкой на наружные водопроводные сети пожарных гидрантов;
- объединенные системы водоснабжения жилой зоны (для тех случаев, когда дебит источника водоснабжения удовлетворяет потребности в воде населенного пункта и комплекса, и при экономической целесообразности этого объединения);
- отдельные с самостоятельными водозаборами на комплексе и населенном пункте (целесообразные при недостаточном дебите источниками и возможности подачи на производственные нужды воды).

Состав водопотребителей в системе агропромышленного комплекса характеризуется большим разнообразием объектов с различными требованиями, как к количеству, так и качеству воды. Одним из основных потребителей воды в этой системе – сельское население. Оно расходует воду на хозяйственные (коммунальные) нужды, содержание скота, птицы, принадлежащих населению, полив улиц, зеленых насаждений и приусадебных участков.

В сельской местности размещается большое число следующих предприятий и организаций, обслуживающих сельскохозяйственное производство, которые на свои технологические нужды тоже расходуют воду: заводы по ремонту сельскохозяйственной техники; заводы по ремонту грузовых автомобилей; станции технического обслуживания сельскохозяйственной техники, транспортных средств и животноводческого оборудования; специализированные предприятия по ремонту поливной техники; транспортные предприятия; предприятия по изготовлению сборного железобетона, кирпича, столярных изделий; складские хозяйства и базы и т.д. Все они получают воду из сельских систем водоснабжения, поэтому их требования к количеству и качеству воды должны учитываться при расчетах водопотребления.

Нормой водопотребления называется расход воды на единицу водопотребителя. Количество воды, необходимое для водоснабжения поселка определяется на основании этих норм. Нормы могут колебаться в зависимости от степени благоустройства зданий и климатических условий (приложение А).

Вода расходуется неравномерно как в течение сезона, так и в течение суток. Эти колебания расхода воды при проектировании водоснабжения учитываются коэффициентами суточной и часовой неравномерности. Под первым понимается отношение наибольшего суточного расхода к среднесуточному, а под вторым – наибольшего часового расхода к среднечасовому.

В зависимости от рельефа местности, использования поверхностных или подземных источников воды, физических и химических свойств, природной воды схемы водоснабжения могут быть различными, а элементы, составляющие систему, расположены в другом порядке или не включены в нее. Так, если вода для производственного водоснабжения не требует обработки, то отпадает необходимость в устройстве очистных сооружений, или, если источник водоснабжения находится на отметках, которые выше отметок потребителя, нет необходимости строить насосные станции.

По своей конфигурации различают водопроводные сети разветвленные (или тупиковые) и кольцевые (рисунок 3).

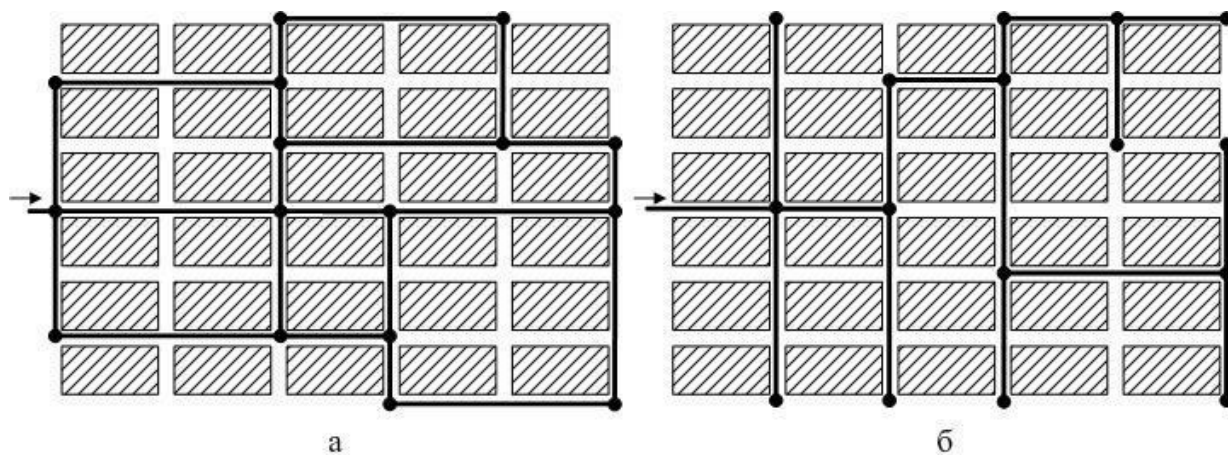


Рисунок 3 – Схемы водопроводных сетей:

а) кольцевая; б) тупиковая.

Кольцевая сеть состоит из системы смежных замкнутых контуров с боковыми ответвлениями. При этой схеме водопроводной сети при временном выходе из строя одной из водопроводных линий, снабжение водой остальных потребителей не прекращается.

Тупиковая сеть представляет собой магистральную линию с боковыми ответвлениями, предназначенными для питания отдельных потребителей. Тупиковые сети применяют, если допускается перерыв в подаче воды на производственные нужды, на время ликвидации аварии, а также, если вода подается на хозяйственно-питьевые нужды по трубам диаметром не более 100 мм или на противопожарные нужды при длине линии не более 200 м.

Водопроводные сети поселков подразделяются на водопроводы и разводящие сети. Водоводом называется участок труб, идущий от насосной станции до начала района потребления воды, а разводящими сетями – трубы, расположенные в районе потребления воды. Трубы разводящей сети в свою очередь подразделяются на: магистральные и распределительные. Магистральные линии предназначены для подачи воды в распределительные линии. Распределительные линии разводят воду по ближайшим кварталам.

Трассировка сети должна производиться так, чтобы вода к потребителям поступала возможно коротким путем. Сети, прокладываемые по улицам поселков, трассируются вне проезжей части улиц – в пределах полосы тротуара.

## **Пример расчета системы водоснабжения поселка**

### **1 Определение расходов воды по категориям водопотребителей для водоснабжения поселка**

Расчет проводят в виде таблицы 2 согласно СНИП 2.04.02-84\*. Среднесуточные нормы водопотребления берут из приложения А.

При расчете водопровода расход воды для противопожарных целей не учитывают.

Среднесуточный расход воды равен:

$$Q_{\text{ср.сут.}} = qN \text{ л/сут} = 0,001qN \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где  $q$  – среднесуточная норма водопотребления, л/сут;  $N$  – число водопотребителей.

Годовая потребность в воде равна произведению среднесуточного расхода на число суток потребления в году. При круглогодичном использовании в примере она равна  $382 \text{ м}^3/\text{сут} * 365 = 139430 \text{ м}^3$ .

Максимальный расход воды в сутки определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут. max}} = K_{\text{сут. max}} Q_{\text{ср.сут.}},$$

где  $K_{\text{сут. max}} = 1,1 \dots 1,3$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий степень благоустройства здания и изменения водопотребления по сезонам; большее значение принимают для сельских районов.

Расчетные часовые расходы воды вычисляют по формуле

$$q_{\text{ч max}} = K_{\text{ч max}} (Q_{\text{сут. max}} / 24),$$

где  $K_{\text{ч max}}$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления, показывающий, во сколько раз максимальный часовой расход больше среднечасового,  $K_{\text{ч max}} = \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}}$ , где  $\alpha_{\text{max}} = 1,2 \dots 1,4$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства здания, режим работы предприятия и другие местные условия;  $\beta_{\text{max}}$  – коэффициент, учитывающий численность населения; при числе жителей до 1 тыс.  $\beta_{\text{max}} = 2$ ; до 1,5 тыс. – 1,8; до 2,5 тыс. – 1,6; до 4 тыс. – 1,5.

В работе принимаем  $K_{\text{сут. max}} = 1,3$  и  $K_{\text{ч max}} = 1,4 * 1,8 = 2,5$ .

Расчетный секундный расход, по которому назначают диаметр труб, определяют по формуле

$$q_c = (Q_{\text{ср.сут.}} K_{\text{сут. max}} K_{\text{ч max}}) / (24 * 3,600) = (Q_{\text{ср.сут.}} 1,3 * 2,5) / 86,4 = 0,0376 * Q_{\text{ср.сут.}},$$

где  $Q_{\text{ср.сут.}}$  в  $\text{м}^3/\text{сут.}$

Например, для коммунального сектора  $Q_{\text{ср.сут.}} = 118 \text{ м}^3/\text{сут}$   
и  $q_c = 0,0376 * 118 = 4,44 \text{ л/с}$  (табл. 2).



Расчетную схему водопровода (рисунок 4) вычерчивают в соответствии с расположением источника и потребителей. Показывают все элементы водопровода и их взаимное расположение (водоисточник, насосная станция, водонапорная станция, водовод и магистральная водопроводная сеть с указанием длины участков).

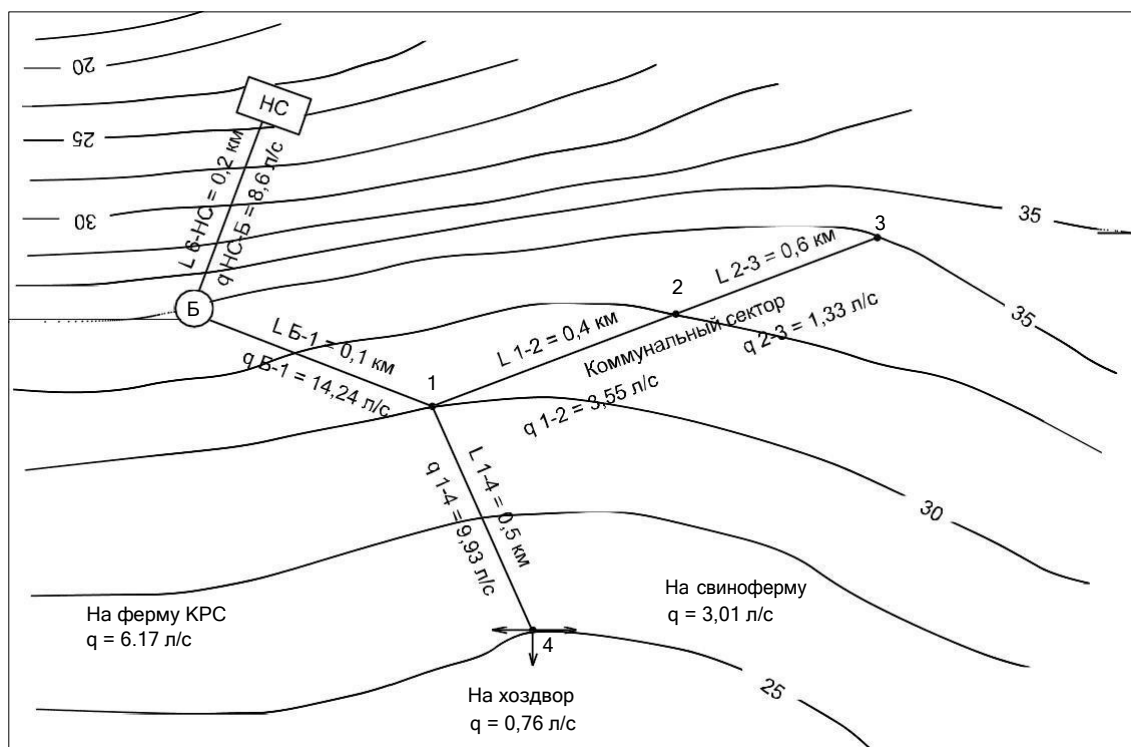


Рисунок 4 – Расчетная схема тупиковой разветвленной водопроводной сети:  
 НС – насосная станция у водоисточника; Б – водонапорная башня; НС-Б-1-2-3 – расчетная магистраль; 3 – критическая точка.

## 2 Определение диаметра труб водовода и водопроводной сети

По данным таблицы 2 вычисляют секундные расходы насосной станции, водовода и каждого участка сети, которые затем указывают в расчетной схеме. Длины участков сети в пределах коммунального сектора, где отбор воды из сети с помощью уличных колонок или домашних вводов равномерен,

не должен превышать 800 м (в примере они равны 0,4 и 0,6 км). Расход воды (от насосной станции до водонапорной башни) равен расходу насосной станции, который получают из условия подачи суммарного объема воды на объект водоснабжения в сутки максимального потребления ( $Q_{сут. max}$ ) при продолжительности работы насосной станции  $T = 16$  ч в сутки при двухсменной работе.

Таблица 2 – Определение расчетных расходов воды (пример)

Водопотребители	Число водопотребителей, N	Среднесуточная норма водопотребления, q, л/сут	Среднесуточный расход воды, $Q_{ср.сут.} = qN$ л/сут $= 0,001qN$ м <sup>3</sup> /сут	Секундный расход воды в сутки максимального водопотребления, q <sub>с</sub> , л/с
Коммунальный сектор:				
Население	2500	40	100	—
Скот в личном пользовании:				
Свиньи	200	25	5	—
Коровы молочные	80	100	8	—
Овцы и козы	500	10	5	—
Всего:	—	—	118	4,44
Ферма крупного рогатого скота:				
Коровы молочные	1600	100	160	—
Телята	200	20	4	—
Всего:	—	—	164	6,17
Свиноферма:				
Свиноматки с поросятами	1080	60	65	—
Откормочные свиньи и молодняк	1000	15	15	—
Всего:	—	—	80	3,01
Хозяйственный двор:				
Лошади	100	60	6	—
Тракторы	50	100	5	—
Автомобили	60	150	9	—
Всего:	—	—	20	0,75
Итого:			382	14,37

$$Q_{н.с.} = Q_{сут. \max} / (3600T) = (K_{сут. \max} Q_{ср.сут.}) / (3600 * 16) = (382000 * 1,3) / (3600 * 16) = 8,6 \text{ л/с.}$$

Среднесуточную потребность для всего объекта определяют по таблице 2 (в примере –  $382 \text{ м}^3/\text{сут}$ ).

Расчетный расход участка 1- 4 (рисунок 4) подающего воду производственному сектору (водовыдел 4), равен сумме секундных расходов на свиноферме, хозяйственном дворе и ферме крупного рогатого

$$\text{скота: } q_{1-4} = 3,01 + 6,17 + 0,75 = 9,93 \text{ л/с.}$$

Расчетный расход участка Б-1 равен сумме расходов производственного и коммунального секторов  $q_{Б-1} = 9,93 + 4,44 = 14,37 \text{ л/с}$ .

Для участков 1-2 и 2-3, где вода с помощью разборных колонок расходуется равномерно по всей длине, сначала определяют удельный  $q_{уд}$  и путевого  $q_{пут}$  расходы:

$$q_{уд1-2-3} = q_{1-2-3} / l_{1-2-3} = 4,44 / (400 + 600) = 0,00444 \text{ л/(с*м)}$$

$$q_{пут1-2} = q_{уд1-2-3} * l_{1-2} = 0,00444 * 400 = 1,78 \text{ л/с}$$

$$q_{пут2-3} = q_{уд1-2-3} * l_{2-3} = 0,00444 * 600 = 2,66 \text{ л/с.}$$

Расчетный расход  $q_{1-2}$  равен сумме половины путевого и всего транзитного расхода  $q_{тр}$  на данном участке:

$$q_{1-2} = 0,5q_{пут1-2} + q_{тр1-2} = 0,5 * 1,78 + 2,66 = 3,55 \text{ л/с,}$$

где  $q_{тр1-2} = q_{пут2-3} = 2,66 \text{ л/с}$ . Этот расход идет транзитом по участку 1-2 на участок 2-3.

$$q_{2-3} = 0,5q_{пут2-3} = 0,5 * 2,66 = 1,33 \text{ л/с (здесь транзитного расхода нет).}$$

### 3 Гидравлический расчет водопроводной сети

Для гидравлического расчета водопровода выбирают магистраль от насосной станции НС до наиболее удаленной или высокорасположенной (критической) точки сети с таким условием, что для подачи воды к ней необходим максимальный напор. В примере расчетной магистралью, очевидно,

будет участок НС-Б-1-2-3, так как точка 3 – наиболее удаленная и высоко-расположенная.

По длине расчетной магистрали (рисунок 5) строят продольный профиль с использованием данных рисунка 4. Потери напора по длине определяют следующим образом. Потери напора  $h$  складываются из потерь напора по длине  $h_{дл}$  и местных  $h_{м}$ . Местные потери определяют как долю потерь напора по длине, то есть  $h = k \cdot h_{дл}$ , где  $k = 1,05 \dots 1,2$ .

Потери напора по длине определяют по

формуле:  $h_{дл} = 1000 i l$ , м,

где  $1000 i$  – гидравлический напор, увеличенный в 1000 раз (приложение 2);  $l$  – длина трубопровода, км.

В таблице 3 даны результаты расчетов для асбестоцементных труб с использованием приложения Б. Местные потери напора принимаем равными 10% потерь напора по длине.

Таблица 3 – Результаты гидравлических расчетов водопроводной сети по расчетной магистрали (пример)

Участок	Длина $l$ , км	Расчетный секундный расход $q_c$ , л/с	Экономический диаметр труб (приложение Б), мм	$1000 i$ (приложение Б)	Потери напора по длине $h_{дл} = 1000 i l$ , м	Полные потери $h = 1,1 h_{дл}$ , м
НС-Б	0,2	8,6	100	13,5	2,7	2,97
Б-1	0,1	14,37	125	15,2	1,52	1,67
1-2	0,4	3,55	75	9,7	3,88	4,26
2-3	0,6	1,33	50	9,3	5,57	6,13

#### 4 Определение требуемой высоты водонапорной башни

Высоту водонапорной башни  $H_B$  (м) получают из уравнения:

$$Z_B + H_B = Z_3 + H_{св} + h_{Б-3} ,$$

где  $Z_B$  и  $Z_3$  – отметки земли у башни и в критической точке 3, м;  $H_{св}$  – свободный напор в критической точке 3;  $h_{Б-3}$  – потери напора на участке Б-3, м.

Для рассматриваемого примера (рисунок 5)  $H_{св} = 10$  м;  $h_{Б-3} = 1,67 + 4,26 + 6,13 = 12,06$  м;  $Z_B = 35,1$  м и  $Z_3 = 35,0$  м имеем  $H_B = Z_3 - Z_B + H_{св} + h_{Б-3} = 35,0 - 35,1 + 10 + 12,06 = 22,0$  м.

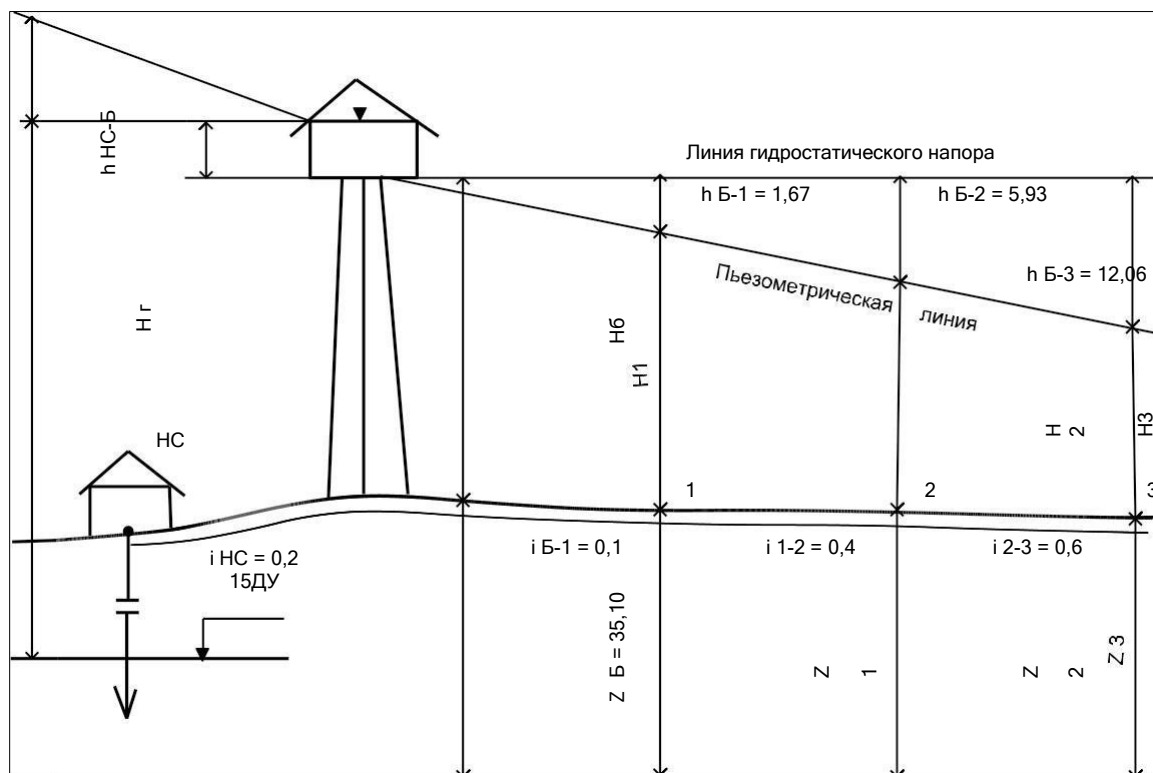


Рисунок 5 – Продольный профиль по расчетной магистрали водопровода:

$H_1$  – геодезический напор;  $H_{бак}$  – высота бака;  $H_B$  – высота водонапорной башни;  $H_1, H_2$  – свободные напоры в промежуточных точках;  $H_{св}$  – свободный напор в критической точке;  $B$  – отметка земли у основания водонапорной башни;  $z_1, z_2, z_3$  – отметки земли;  $h_{Б-1}, h_{Б-2}, h_{Б-3}$  – потери напора на участках от башни до данной точки.

Принимаем типовую башню высотой 21 м (высота типовых башен – 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 21, 25 м). В соответствии с расчетами высот башни можно

уменьшить, обеспечив тот же свободный напор за счет снижения потерь напора на участках 1-2 и 2-3, принимая больший диаметр труб 100 и 75мм. Однако, это должно быть экономически обосновано.

Гидравлический расчет участка 1 – 4 проводят из условия, что действующим напором для него будет пьезометрический напор в точке 1  $Z_1 + H_1$ , = равный как видно на профиле (рисунок 5), статическому  $Z_B + H_B$  за вычетом потерь напора на участке Б-1:

$$Z_1 + H_1 = Z_B + H_B - h_{Б-1} = 35,1 + 21 - 1,67 = 54,43 \text{ м.}$$

Предположим, что в конце участка 1-4 (в точке сосредоточенного водоразбора 4) требуется обеспечить свободный напор  $H_4 = 16$  м. В этом случае на участке можно допустить потерю напора, равную  $Z_1 + H_1 - (Z_4 + H_4) = 54,43 - (25 + 16) = 13,43$  м.

Она происходит на длине  $l_{1-4} = 0,5$  км. Следовательно, гидравлический уклон на участке 1- 4 равен  $1000i = 13,43 : 0,5 = 26,9$ . По приложению 2 для расхода  $Q_{1-4} = 9,93$  л с и  $1000i = 26,9$  принимаем трубу диаметром  $d_{1-4} = 100$  мм, для которого  $1000i$  несколько меньше – 18,1. Приняв  $d_{1-4} = 100$  мм и  $1000i = 18,1 < 26,9$ , обеспечиваем в точке 4 свободный напор  $H_{1-4} > 16$  м. Меньше 100 мм диаметр принимать нельзя, так как для него  $1000i = 74,9$ , что значительно превышает 26,9.

Полный напор насосной станции  $H$  (м) равен сумме геодезического напора  $H_T$  (разность между максимальным уровнем воды в баке башни и наименьшей отметкой динамического уровня источника), потерь в водоводе и во всасывающей трубе насосной станции (можно принять 0,5 м). Тогда  $H = H_T + h_{НС-Б} + 0,5 = (z_B + H_B + H_{бак} - z_{ист}) + h_{НС-Б} + 0,5 = (35,1 + 21 + 3 - 15) + 2,97 + 0,5 = 47,6$ м, где  $z_B = 35,1$ м – отметка поверхности земли у башни;  $H_B = 21$ м – высота башни;  $H_{бак} = 3$ м – глубина воды в баке водонапорной башни;  $z_{ист} = 15$ м – отметка минимального уровня воды в водоисточнике.

## **2 Системы водоотведения**

Водоотведение (канализация) – отрасль, решающая вопросы обеспечения и постоянного улучшения санитарного состояния населения населенных пунктов и окружающей природной среды.

Канализация предназначена для приема, отведения и очистки сточных вод от промышленных предприятий, жилых, коммунальных и общественных зданий и сооружений сельскохозяйственных комплексов, а также с поверхности территорий, перечисленными объектами.

Современная **система канализации** – это сложный комплекс инженерных сооружений для отведения, очистки и эффективного повторного использования сточных вод в хозяйстве.

Вода, использованная для нужд населения или промышленности и получившая в результате этого дополнительные примеси, изменившие ее физико-химические свойства, называется сточной водой. По характеру загрязнений и происхождению сточные воды населенных пунктов и промышленных предприятий можно разделить на три группы: бытовые, производственные, атмосферные.

Бытовые сточные воды образуются из вод, поступающих от раковин, умывальников, ванн, моечных кранов, бань, прачечных, душевых, мойки полов, уборки помещений (хозяйственные воды). Кроме того, сюда входит вода, поступающая от туалетных комнат, то есть загрязненная физиологическими отбросами жизнедеятельности человека (фекальные воды).

Производственные сточные воды весьма разнообразны по составу и концентрации загрязнений. Их состав необходимо всегда уточнять по конкретному технологическому процессу. Загрязнения сточных вод подразделяются на три вида: инертные, нестабильные, токсичные. Обработка и обезвреживание сточных вод, содержащих инертные и нестабильные загрязнения, заключается в использовании физико-химических способов для отделения, стабилизации и извлечения загрязнений. Особую сложность представляет



обработка токсичных стоков. Токсичные вещества биологически активны и при низких концентрациях, поэтому требуется высокая степень очистки.

Атмосферные воды образуются от выпадения дождя и таяния снега. Эти воды засоряются самыми разнообразными загрязнениями, находящимися в атмосфере и на поверхности земли. Загрязнения вымываются из атмосферы при выпадении дождя и смываются с поверхности земли.

Под **системой канализации** подразумевается комплекс сооружений, предназначенный для отведения сточных вод трех основных видов и их очистки (рисунок 6).

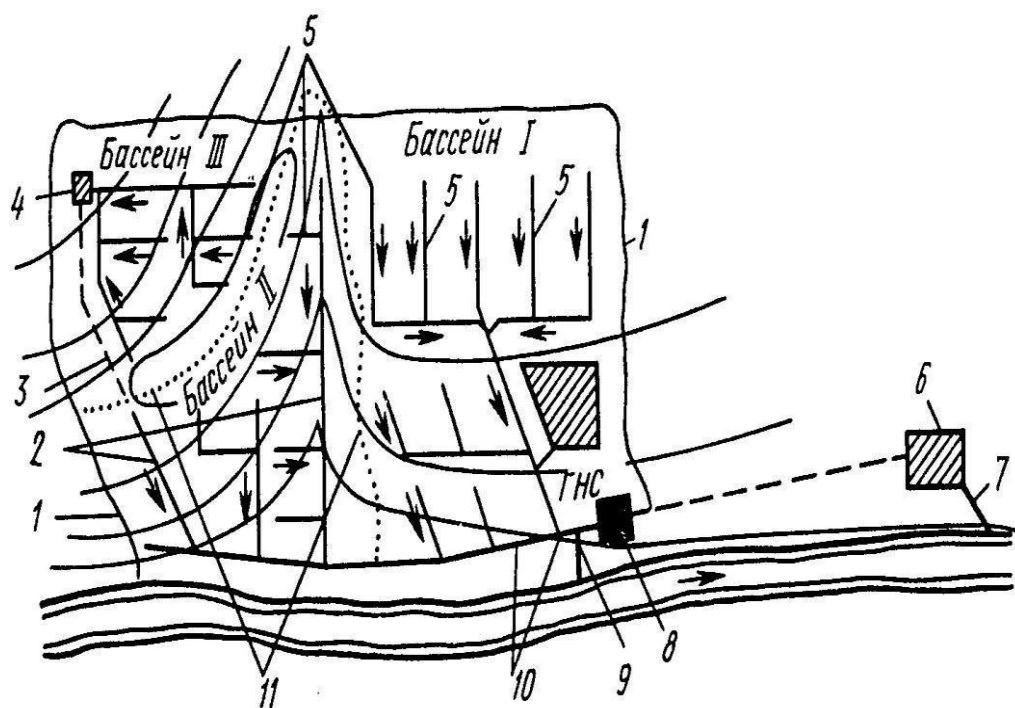


Рисунок 6 – Система канализации города:

1 – граница города; 2 – коллекторы; 3 – напорный трубопровод; 4 – насосная станция; 5 – уличная сеть; 6 – очистные сооружения; 7 – выпуск в водоем; 8 – главная насосная станция; 9 – аварийный выпуск; 10 – главный коллектор; 11 – границы бассейна канализования.

**Система канализации** состоит из следующих основных элементов: внутренних канализационных устройств зданий, наружной канализационной

сети, насосных станций, напорных водоводов, сооружений для очистки сточных вод, и утилизации осадка и выпусков в водоем (рисунок 6).

Внутренние канализационные устройства зданий предназначены для приема сточных вод и отведения их за пределы здания. Устройства состоят из приборов (раковин, умывальников, моек, ванн, унитазов и др.), из сети отводящих труб, стояков и выпусков до дворовой канализационной сети.

**Наружной канализационной сетью** называют сеть трубопроводов, отводящих сточные воды самотеком к насосным станциям или на очистные сооружения. В зависимости от назначения и места укладки различают: внутриквартальную сеть, принимающую сточные воды от отдельных зданий и проложенную в пределах квартала; уличную канализационную сеть, принимающую сточные воды от внутриквартальных дворовых сетей и проложенную по уличным проездам. Уличная сеть объединяется одним или несколькими коллекторами.

**Коллектором** называют участок канализационной сети, принимающий сточные воды из двух или нескольких уличных трубопроводов. Различают коллекторы бассейна канализования (объединяющие канализационную сеть всего бассейна), главный коллектор (объединяющий несколько коллекторов бассейнов канализования). Крупные коллекторы называют каналами.

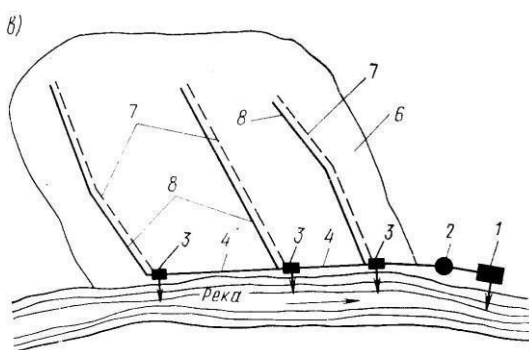
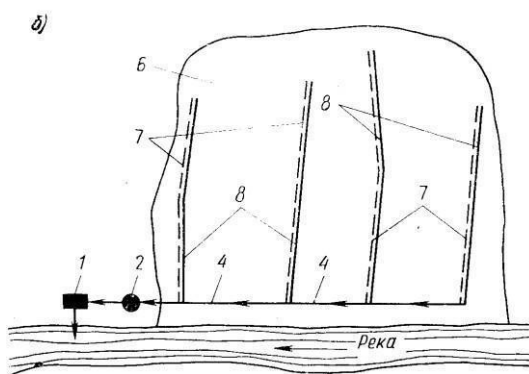
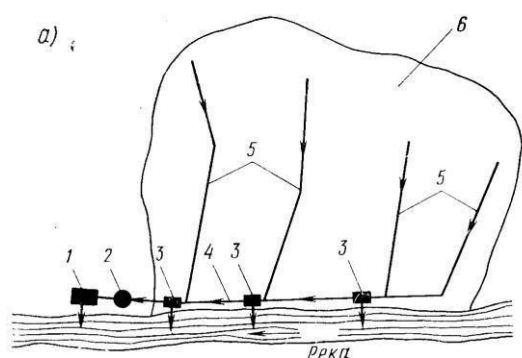
При больших заглублениях канализационной сети в пониженных местах устраивают насосные станции для подъема сточных вод на более высокие отметки или перекачивания их на очистные сооружения.

Трубопровод (или канал) предназначенный для отведения очищенных сточных вод в водоем, называют **выпуском**.

Сеть, предназначенную для отведения бытовых вод, называют **сетью бытовой канализации**. Загрязненные производственные воды отводятся в сеть бытовой канализации, если они не оказывают вредного воздействия на процессы очистки, в противном случае для их отвода устраивают специальную сеть производственной канализации. Сеть, предназначенную для отвода

атмосферных вод, называют **дождевой канализационной сетью** или водостоками.

Специфика, свойства, состав и концентрация загрязнений сточных вод определяют систему канализации, которая должна отвечать требованиям экономически оправданных технологий и схем очистки воды и условиям охраны окружающей среды. В соответствии с этими требованиями применяют следующие системы канализации (рисунок 7).



### Рисунок 7 – Системы канализации:

а – общесплавная; б – раздельная; в) – полураздельная; 1 – очистные сооружения; 2 – насосная станция; 3 – ливнепуск; 4 – главный коллектор; 5 – коллекторы; 6 – населенный пункт; 8 – бытовая сеть

Общесплавная – сточные воды отводятся на очистные сооружения совместно по общей сети трубопроводов. В этом случае бытовые, производственные органического происхождения и дождевые стоки сплавляются по единой системе трубопроводов на очистные сооружения.

Раздельная система канализации – каждый вид сточных вод отводится на очистные сооружения по отдельным сетям. В зависимости от степени дифференциации сточных вод различают: полную раздельную систему, в которой все виды сточных вод отводятся на обработку по самостоятельным сетям; неполную раздельную систему, которая отличается от полной отсутствием подземной канализационной сети для отвода атмосферных вод, которые отводятся по кюветам и открытым лоткам; полураздельную систему, отличающуюся от полной раздельной устройством, обеспечивающим частичный отвод первых порций наиболее загрязненного поверхностного стока в бытовую канализационную сеть, менее загрязненные потоки поступают в водоем.

Комбинированная система канализации представляет собой сочетание общесплавной и раздельной систем. Подобная система образуется при развитии населенного пункта, когда в общесплавную систему отводят бытовые и производственные воды новых районов, а атмосферные воды по самостоятельной водосточной сети сбрасывают воду в водоем.

Системы канализации сельских населенных пунктов могут быть объединенными или раздельными для жилой и производственной зон. Определяющими факторами объединения систем канализации являются характер и концентрация загрязнений производственных сточных вод, а также соответствующие гидрогеологические и топографические условия. Производствен-

ные сточные воды при необходимости должны проходить предварительную очистку до объединения с бытовыми сточными водами.

Обычно канализование сельских населенных пунктов производят по неполной раздельной системе. В общем случае систему канализации выбирают с учетом местных условий, которые определяют выгодность ее применения в санитарно-гигиеническом отношении. В санитарном отношении наиболее целесообразной является общесплавная система канализации, при которой все сточные воды подвергаются очистке. Однако, при поступлении всей массы атмосферных вод на очистные сооружения эта система оказывается дорогостоящей, поскольку в этом случае значительно увеличиваются размеры очистных сооружений и отводных каналов. Для удешевления общесплавной системы на коллекторах вдоль водоемов устраивают ливнеспуски, с помощью которых можно сбрасывать основную массу атмосферных вод непосредственно в водоем.

Во всех случаях выбор системы канализации должен быть обоснован технико-экономическими расчетами. С учетом санитарно-гигиенических требований, перспектив развития населенного пункта, санитарных и технических мероприятий данного района.

Схема канализационных сетей сельских населенных пунктов разрабатывается на основании проекта планировки, то есть генплана, с учетом поэтапного развития канализационной сети и выделением первой очереди строительства. Трубопроводы канализационных сетей при самотечном режиме наполняются частично, поэтому решение схемы канализационной сети зависит от рельефа местности, грунтовых условий и расположения водоемов. Схема канализации на генплане включает основные сети, насосные станции, очистные сооружения и выпуски. Из-за разнообразия местных условий трудно предложить какие-либо типовые схемы канализационной сети, но можно выделить простейшие, которые в той или иной модификации встречаются на практике (рисунок 8 и 9).

Перпендикулярная схема – коллекторы отдельных бассейнов или уличные сети прокладываются перпендикулярно движению воды в водоеме. В этом случае коллекторы имеют минимальную длину. Такую схему применяют в основном для отвода атмосферных и условно-чистых производственных вод.

Пересеченная схема – коллекторы бассейнов канализования, проложенные перпендикулярно водоему, перехватывают главным коллектором, трассируемым параллельно реке. Эта схема находит применение на территориях с резко выраженным уклоном к водоему в тех случаях, когда необходимо подвергать все сточные воды очистке.

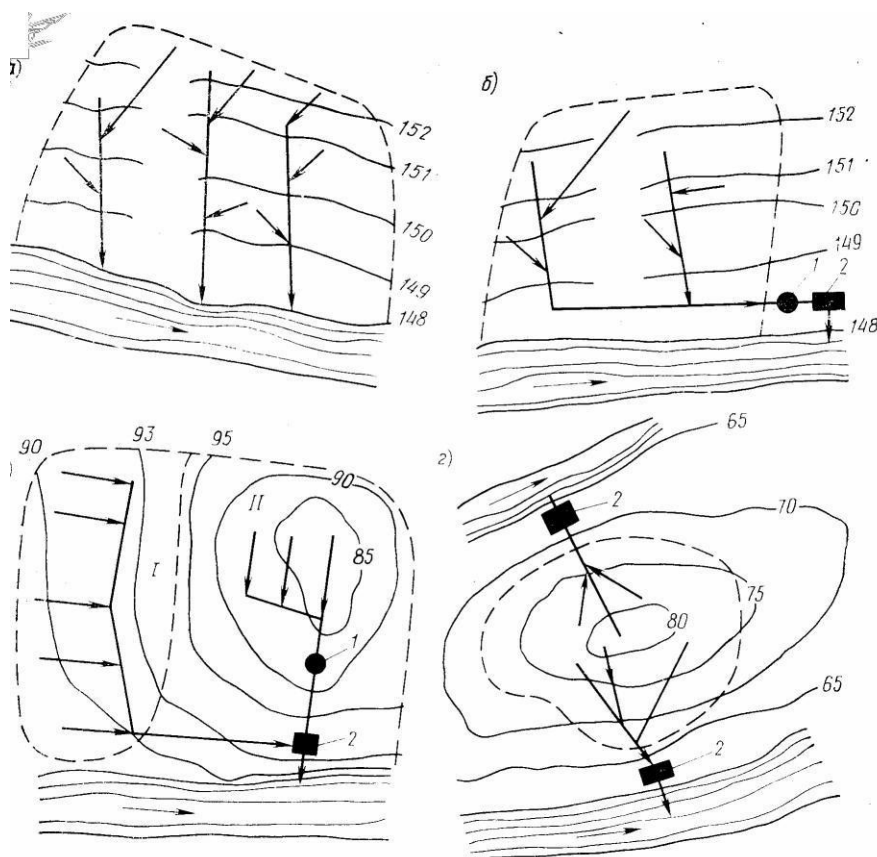


Рисунок 8 – Схемы канализационной сети:

а – перпендикулярная; б – пересеченная; в – зонная; г – радиальная;  
1 – насосные станции; 2 – очистные сооружения

Веерная или параллельная схема – коллекторы прокладывают параллельно друг другу под некоторым углом к реке, из-за больших уклонов местности в направлении к водоему. Эти коллекторы объединяют главным коллектором, отводящим сточные воды за пределы населенного пункта на очистные сооружения.

Зонная или поясная схема – канализационная сеть подразделена на несколько зон. При двухзонной схеме сточные воды из коллектора нижней зоны I перекачиваются в коллектор верхней зоны II, по которому сточные воды передаются на очистные сооружения самотеком.

Радиальная или децентрализованная схема – сточные воды поступают на отдельные очистные сооружения децентрализованным путем. Подобное решение может быть принято при сравнительно плоском рельефе территории, а также в случае, когда сточные воды очищаются на полях орошения или на полях фильтрации.

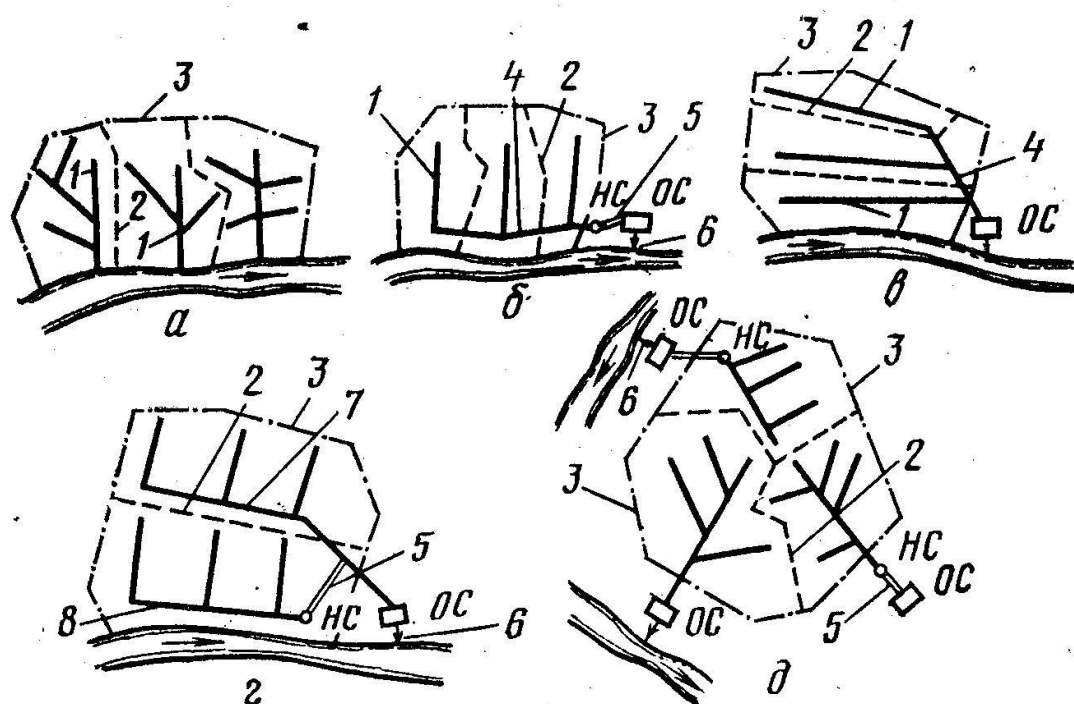


Рисунок 9 - Схемы канализационных сетей

а – перпендикулярная; б – пересеченная; в – зонная; г – радиальная; д – радиальная; 1 – коллектор бассейна канализования; 2 – граница бассейнов канали-

зования; 4 – главный коллектор; 5 – напорный трубопровод; 6 – выпуск; 7 – главный коллектор верхней зоны; 8 – то же нижней зоны

Выбор схемы канализационных сетей производится по тем же правилам, что и систем канализации.

При проектировании канализационной сети в первую очередь выявляют бассейны канализования и трассируют сеть, определяют глубину заложения канализационных труб, а затем выбирают схему расположения сети и находят расчетные расходы сточных вод для ее гидравлического расчета, составляют продольные профили и проектируют сооружения на сети.

Бассейны канализования представляют собой ограниченные водоразделами территории, на которых расположены канализуемые объекты. Число и величина бассейнов зависят от размеров территории, занимаемой канализуемыми объектами, а также от рельефа местности.

Бассейны канализования выявляют по рельефу местности и проекту вертикальной планировки населенных пунктов, обслуживаемых одной системой самотечных трубопроводов. При этом намечают общую схему расположения коллекторов, районы, для которых требуется устройство насосных станций, место расположения очистных сооружений.

Трассировкой канализационной сети называют размещение ее в плане на перспективных генпланах населенных пунктов или промышленных предприятий.

При трассировке канализационной сети стремятся к тому, чтобы отвести наибольшее количество сточных вод из населенных пунктов по трубам и каналам самотеком по кратчайшему направлению, при наименьших глубинах заложения (рисунок 10). Трассировка сети зависит и от рельефа территории, местоположения очистных сооружений, места выпуска сточных вод в водоем, принятой системы канализации, грунтовых условий, характера застройки населенных пунктов и др.

Сети и коллекторы, как правило, следует трассировать вне проезжей части, с соблюдением нормативных расстояний от фундаментов зданий и со-



оружений, железных и автомобильных дорог, подземных инженерных коммуникаций и деревьев в соответствии со СНиП. Углы поворота трассы коллектора, а также углы между притоками и основными трубопроводами должны быть не менее  $90^{\circ}$  (присоединения с перепадами в виде стояков допускаются под любым углом).

Приняты три схемы трассировки канализационной сети (рисунки 11, 12):

1) объемлющая схема, применяемая при плоском рельефе местности, когда сети прокладываются по проездам, опоясывающим квартал со всех сторон (рисунки 11а и 12а).

2) схема по пониженным граням, применяемая при крутом рельефе местности, когда сеть трассируют с одной пониженной стороны обслуживаемого квартала (рисунок 11б, 12б);

3) внутриквартальная схема (рисунок 11в, 12в), применяемая при прокладке сети через кварталы; в этом случае значительно сокращается протяженность сети, но затрудняется ее эксплуатация; схема дает значительную экономию по сравнению с объемлющей.

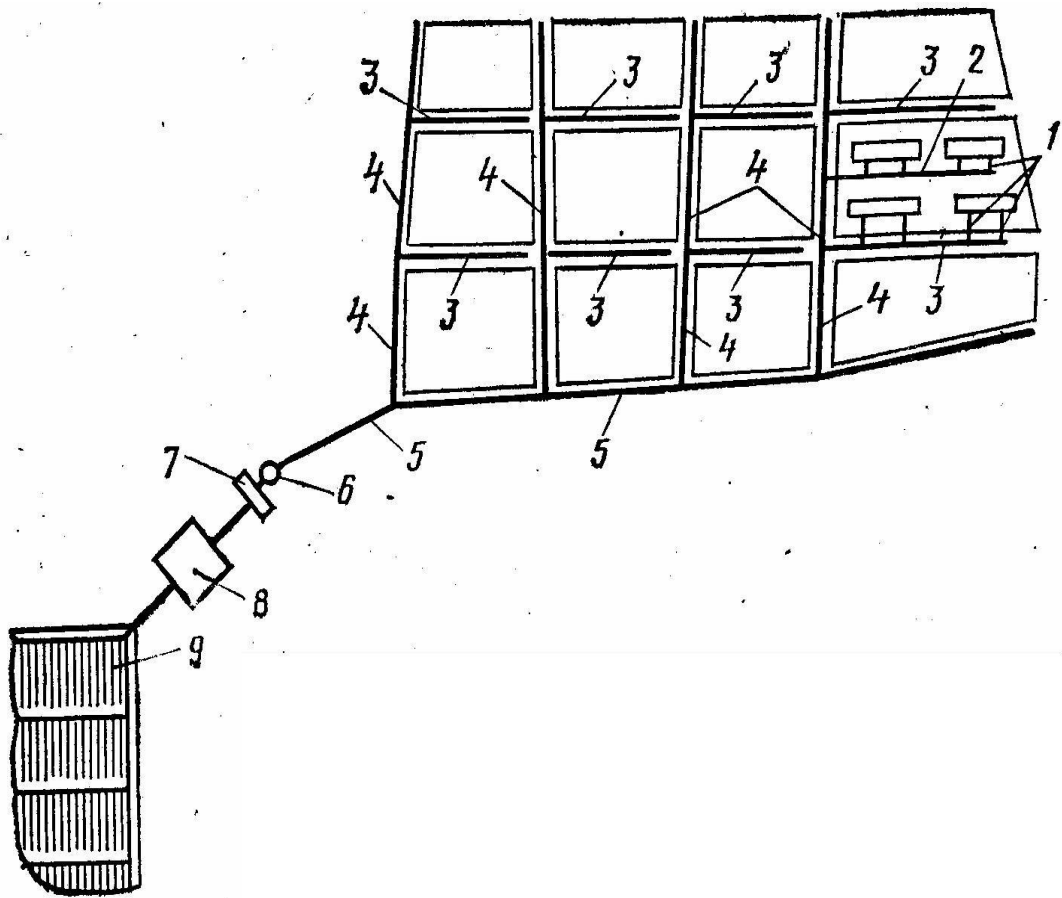


Рисунок 10 – Схема наружной канализационной сети поселка:

1 – домовые выпуски; 2 – дворовая (внутриквартальная) сеть; 3 – уличная сеть; 4 – уличный коллектор; 5 – главный коллектор; 6 – приемный резервуар; 7 – насосная станция; 8 – очистные сооружения; 9 – сельскохозяйственные поля орошения (или водоем)

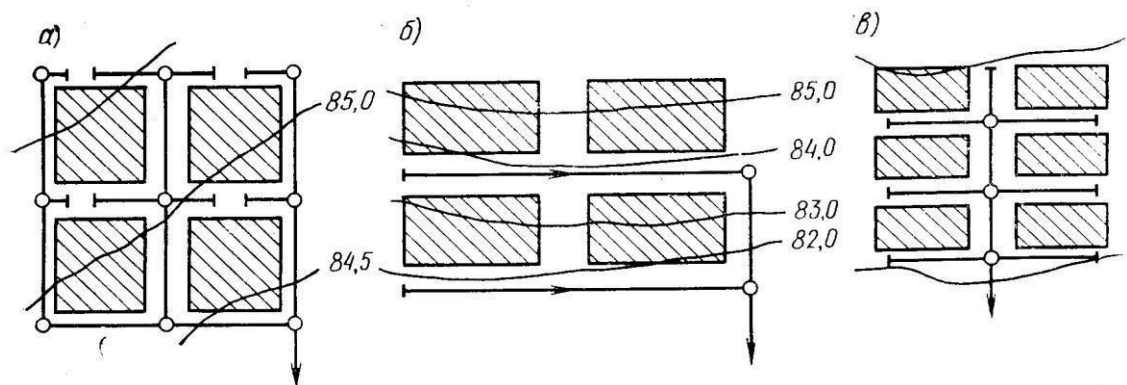


Рисунок 11 – Схема трассировки канализационных сетей:

а – объемлющая; б – с пониженной стороны квартала; в – внутриквартальная

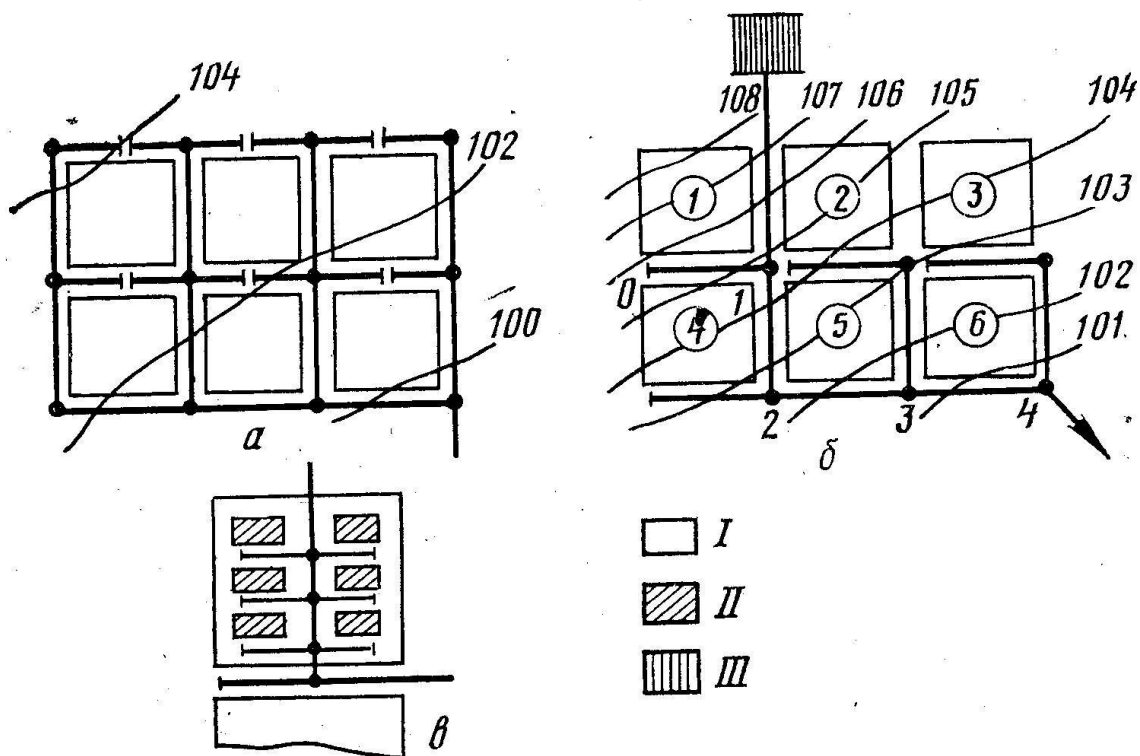


Рисунок 12 – Схемы трассирования уличных сетей:

а – объемлющая; б – с пониженной стороны квартала; в – чрезквартальная;  
 I – кварталы; II – здания; III – животноводческий комплекс

При трассировке канализационной сети сначала трассируют главный коллектор, затем коллекторы бассейнов канализования и уличную сеть. Уличные коллекторы прокладывают перпендикулярно горизонталям рельефа местности, в направлении к пониженным местам бассейнов. Главные и сборные коллекторы трассируют вдоль берегов рек или по тальвегам, учитывая при этом необходимость присоединения к ним боковых коллекторов. Если рельеф местности не позволяет отвести сточные воды из населенного пункта самотеком, то предусматривают насосную станцию для подъема и перекачки сточных вод.

При проектировании канализационной сети необходимо правильно назначить глубину ее заложения, которую по экономическим соображениям

выгодно принимать по возможности наименьшей. Глубина заложения сети определяется из условий: защиты труб от механического повреждения; предохранения сточных вод от замерзания; присоединения канализуемых объектов; создания необходимых самоочищающих скоростей. Кроме того, учитывают возможность механизации земляных работ.

Максимальная глубина заложения лотка должна приниматься на 0,3м ниже максимальной глубины промерзания грунта, но не менее 0,7м до верха трубы, считая от планировочных отметок, на замощенных проездах и 1м на замощенных. При меньшей глубине заложения коллекторов следует принимать меры по защите труб от замерзания и механических повреждений.

Расположение канализационных сетей увязывается с расположением других подземных коммуникаций (водопроводами, тепловыми, газопроводами и др.).

## **Пример расчета системы канализации**

### **1 Определение расчетных расходов сточных вод, гидравлические расчеты сети**

Канализационную сеть рассчитывают на пропуск максимального секундного расхода (Q)

$$Q = (Q_{\text{ср. сут}}/86400) K_{\text{общ}}$$

где  $Q_{\text{ср. сут}}$  – среднесуточный объем сточных вод, м<sup>3</sup>/сут,  $K_{\text{общ}}$  – общий коэффициент неравномерности.

Для бытовых сточных вод общий коэффициент неравномерности зависит от их среднего секундного расхода (таблица 4):

Таблица 4 – Общий коэффициент неравномерности

Средний расход, л/с	5	15	30	50	100
$K_{\text{общ}}$	3	2,5	2	1,8	1,6

Пример. Определить расчетный расход бытовых сточных вод главного коллектора (см. рисунок 10) для поселка. Перспективная численность

населения – 800 человек, здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и ванными с местными обогревателями.

Согласно приложения Б среднесуточная (за год) норма водопотребления равна 160-230 л/сут на одного жителя. Норма водоотведения принимается равной норме водопотребления, принимаем 200 л/сут., тогда при числе жителей 800 человек среднесуточный объем сточных вод  $Q_{\text{ср. сут}} = 200 * 800 = 160000$  л/сут =  $160 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Средний расход  $Q_{\text{ср.}} = Q_{\text{ср. сут}}/86400 = 160000/86400 = 1,85$  л/с. общий коэффициент  $K_{\text{общ}}=3$ , так как  $1,85 \text{ л/с} < 5 \text{ л/с}$ , поэтому расчетный расход бытовых сточных вод  $Q = 1,85 * 3 = 5,5$  л/с.

Расчетные расходы для отдельных участков канализационной сети находят как суммы следующих расходов сточных вод: 1) транзитного, 2) бокового, (поступает в расчетный участок из боковой ветви сети), 3) попутного (поступает на расчетный участок от строений прилегающего квартала, причем попутный расход условно считают присоединенным к началу участка сети, к которому примыкает квартал) и 4) сосредоточенного от животноводческого комплекса или предприятия (например, по переработке сельскохозяйственной продукции). Для промышленных предприятий сосредоточенный расход определяют как сумму расчетных расходов производственных и бытовых вод.

**Пример.** Вычислить расчетные расходы сточных вод для сельскохозяйственного объекта применительно к схеме, показанной на рисунке 11 б. число жителей каждого квартала принять равным 250, а норма водоотведения – 200 л/с на одного жителя. Сосредоточенный расход животноводческих стоков от комплекса составляет 7 л/с, согласно технологическим расчетам.

Расчеты сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Пример вычисления расчетных расходов сточных вод

с	в	р	Бытовые сточные воды		
---	---	---	----------------------	--	--

	боковые и попутные расходы				транзитный расход			ϕ			
	номер кварталов, создающих расходы	кварталов, создающих расходы									
0-1	-	1	250	0,58	-	0	0,58	3	1,74	7	8,74
1-2	-	-	0	0	1	0,58	0,58	3	1,74	7	8,74
2-3	4	5	500	1,16	1	0,58	1,74	3	5,22	7	12,2
3-4	2	6	500	1,16	1,4,5	1,74	2,90	3	8,7	7	15,7

Сумму бокового и попутного расходов вычисляют как произведение числа жителей в соответствующих кварталах на норму водоотведения (приведенное к размерности л/с).

При гидравлических расчетах для принятых в первом приближении диаметров канализационных труб и известного уклона (берут с плана канализуемого объекта, исходя из примерно одинаковой глубины заложения труб) по найденному расчетному расходу устанавливают наполнение и средние скорости течения в трубопроводах, пользуясь специальными таблицами (приложение В). Для внутриквартальной канализационной сети применяют трубу диаметром не менее 150 мм, а уличной – 200 мм (во избежание засорения). Наполнение ( $h/d$ ,  $h$  – глубина наполнения трубы,  $d$  – ее диаметр) не должно быть выше следующих значений:

диаметр труб $d$ , мм	150...300	350...450	500...900	более 900
наполнение $h/d$ не более	0,6	0,7	0,75	0,8

Минимальные расчетные средние скорости не следует назначать менее самоочищающих, при которых песок и другие примеси неорганического происхождения транспортируются в канализационных трубах во взвешенном состоянии (таблица 6)

Таблица 6 – Минимальные расчетные средние скорости сточной жидкости

диаметр труб d, мм	150...250	300...400	450...500	600... 800
самоочищающая скорость, м/с	0,7	0,8	0,9	1,0
диаметр труб d, мм	900...1200	1300...1500	Более 1500	-
самоочищающая скорость, м/с	1,15	1,3	1,5	-

С другой стороны, среднюю скорость движения сточной жидкости в керамических трубах нельзя принимать более 4 м/с во избежание чрезмерного истирания их поверхности песком. Минимальный уклон труб можно определять по приближенным формулам  $i = 1/d$ , где d – внутренний диаметр труб, мм.

Глубину заложения трубопроводов устанавливают с расчетом одновременно с построением профиля канализационной сети. При этом минимальную глубину заложения канализационных труб (при  $d < 500$  мм) принимают на 0,3 м выше глубины промерзания, но не менее 0,7 м. при плоском равнинном рельефе местности канализационные линии вследствие прокладки с минимально допустимым уклоном постепенно заглубляются. Для открытых способов производства работ в сухих грунтах глубина заложения трубопроводов не должна превышать 7...8 м, а в увлажненных – 5...6 м. В тех местах, где заглубление труб превышает указанные значения, строят станции перекачки. Наоборот, при больших уклонах местности в тех местах, где заглубление труб становится меньше минимально допустимого, устанавливают перепадные колодцы.

### 3 Системы теплоснабжения

Теплоснабжение поселений может осуществляться двумя способами. Централизованное теплоснабжение – получение тепловой энергии от теплоцентрали, местных котельных. Децентрализованное теплоснабжение - получение энергии от местных источников тепла (котельной установки, газоводогрейного агрегата или печи).

Централизованное теплоснабжение представляет собой систему, состоящую из источника теплоты, трубопроводов и потребителей теплоты. Тепловой источник снабжает теплом группу домов, квартал или район города, а также промышленные предприятия. Он может находиться на значительном отдалении от потребителей.

Теплоносителем может служить вода с температурой  $95^{\circ}\text{C}$  и выше, пар (низкого и высокого давления), и воздух. Водяные системы используют в жилых домах, паровые системы – на промышленных предприятиях, воздушные – в общественных зданиях.

Мощность источника тепла выбирают по укрупненным показателям – по количеству жителей или зданий. Расход тепла для производств определяют по нормам расхода тепла на единицу продукции.

Источником тепла может служить ТЭЦ, где вырабатывается и тепловая и электрическая энергия. Это наиболее совершенная форма теплового источника. Распространенным тепловым источником служат котельные установки, которые в зависимости от назначения подразделяют на производственные и отопительные. Отопительные котельные дают тепло на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий. Они в зависимости от производственной мощности бывают индивидуальные и групповые. Последние условно подразделяют в зависимости от размера обслуживаемой территории на квартальные и районные.

Для транспортировки тепла к потребителям используют трубопроводы – тепловые сети, которые могут передавать тепло с помощью пара и воды, их соответственно называют водяными и паровыми.



Различают транзитные, магистральные, распределительные и кольцевые трубопроводы. Тепловые сети, которые подводят тепло к промышленным предприятиям, называют промышленными, к жилым и общественным зданиям – коммунальными, к предприятиям и гражданским зданиям – смешанными.

Схемы тепловых сетей в плане могут быть двух видов: радиальные и кольцевые (рисунок 13).

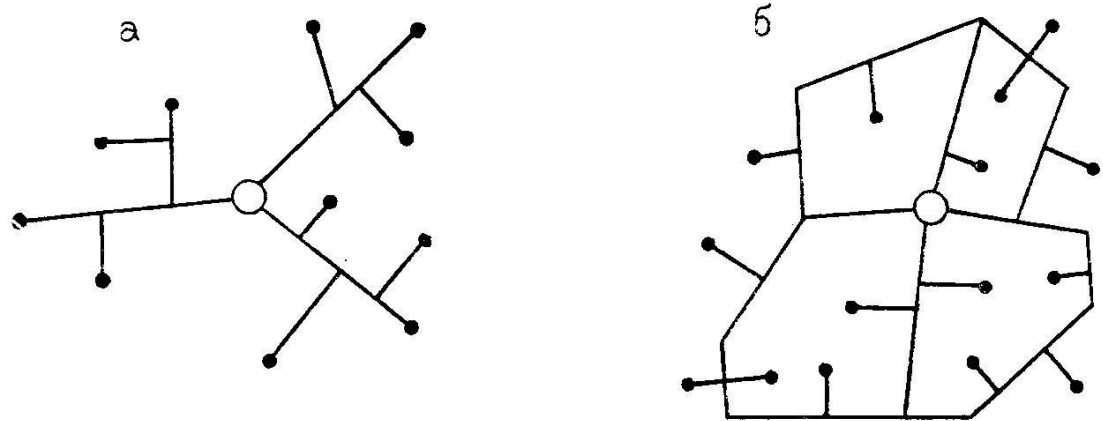


Рисунок 13 – Трассировка тепловых сетей:

А – лучевая; б - кольцевая

Радиальные схемы теплоснабжения представляют собой тупиковые ответвления ко всем объектам. В случае аварии эти объекты оказываются отключенными. Кольцевая схема теплоснабжения более надежна и бесперебойна в работе. В ней все ветки мелких ответвлений объединены в общий контур. Тепловые сети разных районов города могут быть соединены между собой, чтобы в случае выхода из строя одного источника тепла его мог дублировать другой. Это позволяет бесперебойно снабжать теплом все районы города и одновременно устранять неисправность.

Тепловые сети делают двух- и многотрубными. Наиболее распространена двухтрубная система, при которой одна труба – подающая, другая – обратная. В этой системе вода циркулирует по замкнутому кругу: отдав свое тепло потребителю, она возвращается в котельную.

В жилых районах применяют два вида водяных систем теплоснабжения: открытую и закрытую. Разница заключается в том, что при закрытой системе теплоснабжения в трубопроводах циркулирует постоянное количество воды, а при открытой системе – часть воды непосредственно из системы разбирается на нужды горячего водоснабжения. В открытой системе теплоснабжения вода должна быть по качеству равноценна питьевой, а запас воды на источнике тепла должен постоянно пополняться.

Для горячего водоснабжения используют открытый и закрытый варианты присоединения к тепловым сетям. В открытых сетях горячая вода поступает прямо из теплосети и восполняет в ней тепло из источника. В закрытых сетях вода теплосети полностью возвращается к тепловому источнику, нагревая водопроводную воду для горячего водоснабжения в теплообменных аппаратах.

Тепловые сети прокладывают под землей и над землей. Различают канальную и бесканальную прокладки трубопроводов.

Канальная прокладка трубопроводов дороже, но надежнее, так как защищает трубы от случайных воздействий, блуждающих токов и т. д. Кана-

лы делают кирпичными и железобетонными. По конструкции они бывают проходные (до 2м), полупроходные (высотой 1, 4м) и непроходные.

Бесканальная прокладка теплопроводов – простой и дешевый способ заложения, поэтому он наиболее распространен, особенно при реконструкции и в малоэтажной застройке. Трубы укладываются прямо в грунт. Этот способ имеет, однако, большие недостатки: коррозия, трудоемкость ремонта, отсутствие периодического надзора. Частично их преодолевают, защищая трубы от внешних воздействий грунта изоляционным материалом, цементной коркой и гидроизоляцией. Применяют и армированный пенобетон, где арматуру выполняют в виде сетки, что придает значительную жесткость трубопроводам.

Прокладка в непроходных каналах – наиболее удобный способ прокладки трубопроводов, чем и объясняется его частое применение. Преимущество этого способа по сравнению с бесканальной прокладкой состоит в том, что трубопровод защищен от колебания давления в грунте, так как заключен в канал, где находится на специальных подвижных и неподвижных опорах. Его недостаток заключается в отсутствии постоянного наблюдения за состоянием сетей, а в случае аварии трудно найти место повреждения. В непроходных каналах теплосети могут располагаться с нефтемазутопроводами, трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1, 6МПа и водопроводами.

В проходных каналах теплосети могут размещаться совместно с водопроводами диаметром до 300мм, кабелями связи, силовыми кабелями напряжением до 10 кВ, в городских коллекторах – также с трубопроводами сжатого воздуха давлением до 1, 6 МПа и напорной канализацией.

Во внутриквартальных коллекторах допускается совместная прокладка водяных сетей диаметром не более 250 мм с газопроводами природного газа давлением до 0, 005 МПа и диаметром до 150 мм. При совместной прокладке теплосети и водопровода во избежание нагревания изолируют, размещая его либо в одном ряду, либо под тепловыми сетями, учитывая при

этом нормативную глубину заложения. В проходных коллекторах ведут непрерывное наблюдение и контроль за состоянием сетей.

В сложных участках, например, под центральными магистралями, с большим движением, при пересечении железных дорог, под зданиями, где проходные коллекторы невозможно проложить, а непроходные нельзя прокладывать из-за ограниченной возможности развития на случай ремонта, применяют полупроходные каналы. Хотя проход очень мал (высота – до 1,4м, ширина 0,4-0,5м), все же можно осмотреть и отремонтировать теплотрассу.

Трассу тепловых сетей в городах прокладывают в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно красным линиям улиц, дорог и проездов вне проезжей части и полосы зеленых насаждений, но при обосновании допускается расположение теплотрассы под проезжей частью или тротуаром. Тепловые сети нельзя прокладывать вдоль бровок террас, оврагов или искусственных выемок при просадочных грунтах.

Уклон тепловых сетей независимо от направления движения теплоносителя и способа прокладки должен быть не менее 0,002.

### **Пример расчета системы теплоснабжения**

Тепло из теплосетей используется на отопление, вентиляцию зданий и горячее водоснабжение.

1) Расход тепла на отопление зданий и сооружений определяется по формуле:

$$Q_{от} = q_0 \cdot V \cdot (t_a - t_n), \text{ (ккал / час)},$$

где  $q_0$  - отопительная характеристика, определяющая отдачу тепла  $1\text{ м}^3$  помещения в час на градус ( $\text{ккал} / \text{м}^3 \cdot \text{час} \cdot \text{градус}$ ),  $V$  - объем помещения,  $\text{м}^3$ ,  $t_a$  - температура воздуха внутри помещения,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $t_n$  - температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  (принимается  $10^{\circ}\text{C}$ ).

Отопительная характеристика зависит от этажности зданий и её принимают 5 этажей и более  $0,4 - 0,5 \text{ ккал/ м}^3 \cdot \text{час} \cdot \text{градус}$ , для зданий меньшей этажности  $0,28 - 0,3 \text{ ккал/ м}^3 \cdot \text{час} \cdot \text{градус}$ .

Средняя расчетная температура помещения оставляет для жилых зданий, гостиниц, общежитий, больниц -  $18 \text{ C}$ , для учебных заведений и предприятий общественного питания -  $16 \text{ C}$ , для домов культуры, магазинов -  $15 \text{ C}$ .

$$\text{Административное здание: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 15200 \cdot (18 - 10) = 36480 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Дом культуры: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 15700 \cdot (15 - 10) = 23550 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Магазин: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 3 \cdot 2700 \cdot (15 - 10) = 12150 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Больница: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 11200 \cdot (18 - 10) = 26880 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Столовая: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 5500 \cdot (16 - 10) = 9900 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Детский сад: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 2 \cdot 9700 \cdot (16 - 10) = 34920 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Школа: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 11500 \cdot (16 - 10) = 20700 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Жилое здание до 5 этажей: } Q_{O.T.} = 0,3 \cdot 15 \cdot 5200 \cdot (18 - 10) = 686400 \text{ (ккал/ час)},$$

Жилое здание более 5 этажей:

$$Q_{O.T.} = 0,5 \cdot 10 \cdot 16000 \cdot (18 - 10) = 10240000 \text{ (ккал/ час)}.$$

$$\sum Q_{O.T.} = 1926400 \text{ (ккал/ час)}.$$

2) Расчет тепла на горячее водоснабжение жилых зданий. Определяется по формуле:

$$Q_v = \frac{N \cdot a \cdot k_r \cdot (t_2 - t_x)}{24}, \text{ ккал} \cdot \text{час}$$

где  $N$  - количество жителей в микрорайоне, человек,  $a$  - норма расхода горячей воды на 1 человека, л/сут ( $a = 100 \text{ л/сут}$ ),  $k_r$  - коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды (таблица 7),  $t_2$  - температура горячей воды (принимаем  $70 \text{ C}$ ),  $t_x$  - температура холодной воды (принимаем  $5 \text{ C}$ ).

Таблица 7 – Коэффициент часовой неравномерности

Количество жителей в здании, человек	50	100	200	500	Более 1000
Коэффициент часовой неравномерности	4,5	3,5	2,9	2,5	2,3

$$Q_c = \frac{15 \cdot 55 \cdot 100 \cdot 4,5 \cdot (70 - 5)}{24} = 1005469 \text{ ккал} \cdot \text{час}$$

Жилое здание более 5 этажей:

$$Q_c = \frac{10 \cdot 160 \cdot 100 \cdot 2,9 \cdot (70 - 5)}{24} = 1256667 \text{ ккал} \cdot \text{час}$$

$$\sum Q_c = 1005469 + 1256667 = 2262136 \text{ ккал} \cdot \text{час} .$$

3) Расход тепла на вентиляцию всех общественных зданий определяют по формуле:  $Q = V \cdot q_v \cdot (t_{вн} - t_{вн})$ , ккал / час ,

где  $q_v$  - удельная вентиляционная характеристика зданий, (ккал/ м<sup>3</sup> · час · градус),  $V$  - объем здания, м<sup>3</sup> .

Таблица 8 – Значение удельных вентиляционных характеристик

Назначение зданий	$q_v$
Административное здание	0,18
Дом культуры	0,2
Магазины	0,1
Больницы	0,3
Предприятия общественного питания	0,7
Детский сад	0,1
Школы	0,08

$$\text{Административное здание: } Q = 15200 \cdot 0,18 \cdot (18 - 10) = 21888 \text{ ккал/ час}$$

$$\text{Дом культуры: } Q_c = 15700 \cdot 0,2 \cdot (15 - 10) = 15700 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Магазин: } Q_c = 3 \cdot 2700 \cdot 0,1 \cdot (15 - 10) = 4050 \text{ (ккал/ час)},$$

$$\text{Больница: } Q = 11200 \cdot 0,3 \cdot (18 - 10) = 26880 \text{ (ккал/ час)},$$

Столовая:  $Q_{\text{в}} = 5500 \cdot 0,7 \cdot (16 - 10) = 23100$  (ккал/ час),

Детский сад:  $Q_{\text{в}} = 2 \cdot 9700 \cdot 0,1 \cdot (16 - 10) = 11640$  (ккал/ час),

Школа:  $Q_{\text{в}} = 11500 \cdot 0,08 \cdot (16 - 10) = 5520$  (ккал / час).

$\sum Q_{\text{в}} = 108778$  (ккал/ час).

4) Общий расход на нужды отопления, вентиляции, горячего водоснабжения устанавливаются, как сумму расходов по всем зданиям, расположенным в микрорайоне:

$$Q = \sum Q_{\text{от}} + \sum Q_{\text{в}} + \sum Q_{\text{вн}}$$

$$Q = 10926400 + 2262136 + 108778 = 13297314 \text{ ккал/ час} = 13,3 \text{ Гкал/ час}$$

#### 4 Газоснабжение

Газ используется в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Он транспортируется по трубопроводам из месторождений на большие расстояния и поступает к потребителю в виде горючей смеси углеводорода, водорода и оксида углерода. Нормы расхода газа зависят от оборудования квартиры, климатических условий, уровня развития коммунально-бытового обслуживания.

Газоснабжение территорий поселений природным газом – наиболее экономичный способ обработки пищевых продуктов и обеспечения населения теплом. В России создана единая автоматизированная система газопроводов страны. **Система газоснабжения** – высокомеханизированный комплекс сооружений, который включает в себя газодобывающую станцию, магистральный газопровод, компрессорные и газораспределительные станции, газопроводы городов и газораспределительные пункты. Городская система газоснабжения состоит из газопроводов, газорегуляторных пунктов и обслуживающих сооружений.

Используемые природные газы представляют собой смесь горючих газов: метана, предельных и непредельных углеводородов (этилена, пропилена, бутилена) и примесей. Сжиженный газ состоит из пропана и бутана. Его получают на газобензиновых и нефтеперерабатывающих заводах, используют в сельской местности.

При проектировании и прокладке систем газоснабжения населенных пунктов необходимо руководствоваться требованиями СНиП 2.04.08 – 87\* и СНиП 3.05.02 – 88. Газовые сети следует проектировать с учетом максимальной индустриализации строительно-монтажных работ за счет применения сборных унифицированных конструкций. Проекты газоснабжения разрабатывают на основе схем районной планировки, генеральных планов населенных пунктов. Источники газоснабжения, систему распределения газа и схемы газоснабжения разрабатывают, учитывая объемы, структуру и плотности газопотребления, технико-экономическую целесообразность и местные условия.

Прокладываемые в городах, поселках и сельских населенных пунктах газопроводы транспортируют:

- природный газ (чисто газовых месторождений);
- попутный нефтяной газ (газонефтяных месторождений);
- сжиженный углеводородный газ (фракции С 3 и С 4);
- искусственный газ;
- смешанный газ.

Из распределительной станции в городские газопроводные сети газ поступает под низким (300 Па) и средним (до 0,3 МПа) давлением, высоким давлением (до 0,6 МПа) 1 ступени и высоким давлением (до 1,2 МПа) 2 ступени.

Газопроводы низкого давления используют для гражданских зданий, газопроводы среднего и высокого давлений 1 ступени – для производственных предприятий и коммунального хозяйства. Газопроводы высокого давле-



ния 2 степени предназначены для работы ТЭЦ, ГРЭС и промышленных объектов большой мощности.

По местоположению относительно отметки земли различают подземные (подводные) и надземные (надводные) газопроводы. Подземные газопроводы располагают под городскими проездами и зелеными насаждениями. Расстояние по горизонтали до зданий, сооружений и инженерных сетей нормируются и должны быть согласованы.

Газопроводы, транспортирующие влажный газ, должны быть уложены ниже глубины промерзания грунта. Газопроводы сухого газа укладывают в зоне промерзания грунта на глубине не менее 0,7...0,9 м от поверхности земли.

Газопроводы прокладывают с уклоном не менее 1,5 мм/м для отвода возможного конденсата. Их нельзя устраивать под каналами, мостами, железнодорожными путями, автодорогами, линиями передач без специальных устройств. Надземная прокладка газопроводов допускается в отдельных случаях на территориях предприятий и в местах, где она обоснована. Разводящие газопроводы ведут вдоль несгораемых стен, над окнами промышленных зданий, в местах вводов.

По расположению в системе планировки городов и населенных пунктов газопроводы подразделяются на: наружные (уличные, внутриквартальные, дворовые, межцеховые, межпоселковые) и внутренние (внутридомовые, внутрицеховые).

По назначению в системе газоснабжения газопроводы классифицируют следующим образом:

- городские магистральные;
- распределительные, вводы, вводные газопроводы (ввод в здание);
- импульсные;
- продувочные.

При создании системы газоснабжения используют закольцованные (кольцевые), тупиковые и смешанные схемы построения распределительных газопроводов.

Схемы газоснабжения населенных пунктов многоступенчатые. На выбор влияют плотность застройки и производственных зданий, перспектива развития. Для поселков и малых городов применяют одноступенчатую схему газоснабжения, для средних и больших городов – двухступенчатую, для крупных и крупнейших городов – многоступенчатую. Принципиальная схема разводки газовых сетей населенных пунктов состоит в создании концентрически замкнутых контуров, в каждом из которых по направлению к потребителю давление газа понижается. Из магистрального газопровода через регуляторный пункт газ под давлением 2 МПа поступает в подземное газохранилище и в сеть, окружающую по периметру город. В наружном кольце сети давление газа составляет 1,2 МПа. Контрольно-регулирующие пункты и радиальные отрезки сети соединяют наружное кольцо с внутренним, внутреннее со следующим и т.д. Газорегуляторные пункты устанавливают на всех ответвлениях между кольцевыми трассами. Из сети низкого давления газ поступает к потребителям с давлением 0,3 МПа.

В зависимости от давления газа принимают следующие системы распределения:

- одноступенчатая с подачей газа потребителю только одного давления;
- двухступенчатая с подачей газа потребителям по газопроводам двух давлений;
- трехступенчатая с подачей газа потребителям по газопроводам трех давлений;
- многоступенчатая с распределением газа по газопроводам четырех давлений.

Связь между газопроводами различных давлений осуществляется только через газорегуляторные пункты (станции) или газорегуляторные установки.

По материалу труб газопроводы подразделяют на металлические (стальные) и неметаллические (пластмассовые, асбестоцементные, резиноканевые). Во избежание коррозии трубы изолируют. Для отключения газопроводной сети устанавливают газозапорную арматуру, располагающуюся в специальных колодцах.

Гидравлический расчет газопроводов проводят на основании требований СНиП 2.04.08 – 87\*, данных о расчетах годовых и часовых расходах газа. Расчетные годовые расходы газа определяют на конец расчетного периода с учетом перспективы для каждой категории потребителей. Часовые расходы газа определяют по совмещенному суточному графику потребления газа всеми потребителями. Систему газоснабжения городов и других населенных пунктов рассчитывают на максимальный часовой расход всеми потребителями одновременно.

### **Пример расчета системы газоснабжения**

Годовой расчет газа складывается из расходов газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды жилых и общественных зданий, предприятия общественного питания и объектов коммунально-бытового назначения, расположенных на территории жилого района.

1) Годовой расход газа на хозяйственно-бытовые нужды в жилых зданиях:

$$Q_1 = N_1 \cdot \frac{n_1}{Q_H}, \quad (\text{н} \cdot \text{м}^3 / \text{год}),$$

где  $N_1$  - численность населения,  $n_1$  - норма расхода газа на приготовление пищи и нагрев на 1 человека в год (ккал),  $Q_H$  - низшая теплота сгорания газа (ккал/н · м<sup>3</sup>).

Таблица 9 – Нормы расхода газа на хозяйственно- бытовые нужды на 1 человека

Обустройство зданий	Норма расхода, тыс. ккал/год.
При наличии централизованного ГВС	640
При отсутствии централизованного ГВС	810

Низшая теплота сгорания зависит от месторождения природного газа и изменяется в пределах от 8 до 10 тыс.ккал/ н · м<sup>3</sup> .

$$n_1 = 750000 \cdot \frac{640 \cdot 1000}{8000} = 60000000 \frac{\text{ккал}}{\text{н} \cdot \text{м}^3 / \text{год}}$$

2) Годовой расчет газа на коммунально-бытовые потребления, рассчитывается для всех объектов коммунально-бытового назначения (детский сад, школа, прачечные и т.д.).

Расход газа определяем по формуле:  $Q_2 = N_2 \cdot \frac{n_2}{Q_H}$ , (н · м<sup>3</sup> / год)

где  $N_2$  - количество потребителей коммунально-бытовых услуг,  $n_2$  - норма расхода газа на потребителя,  $Q_H$  - низшая теплота сгорания (ккал/ н · м<sup>3</sup>).

$$Q_2 = N_2 \cdot \frac{n_2}{Q_H}$$

Таблица 10 – Годовой расход газа на коммунально-бытовых предприятиях

Название предприятий	Единица измерения	Норма расхода $n_2$ , тыс.ккал/ год
Детский сад	На 1 ребенка	890
Школа	На 1 обучающегося	40
Прачечная	На 1 т сухого белья	3500
Больница	На 1 койку	2200
Предприятия общественного питания	На 1 обед	1
Кондитерские предприятия	На 1т изделий	1090
Магазины	На 1 человека	1

$$\text{Детский сад: } Q_2 = 5 \cdot 300 \cdot \frac{890 \cdot 1000^{51}}{40 \cdot 10000} = 166875 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{)}$$

$$= 3 \cdot 2400 \cdot \frac{8000}{36000} \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

$$\text{Школа: } Q_2 = 2 \cdot 200 \cdot \frac{2200 \cdot 1000}{8000} = 110000 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ /}$$

$$\text{Больница: } Q_2 = \frac{\quad}{\text{год)} \cdot 8000$$

$$\text{Предприятия общественного питания: } Q_2 = 4 \cdot 30000 \cdot \frac{1000}{8000} = 15000 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

$$\text{Магазины: } Q_2 = 9 \cdot 250000 \cdot \frac{1000}{8000} = 281250 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ /}$$

$$\text{год)}$$

3) Общий расход газа по коммунально-бытовым предприятиям определяют по формуле:

$$Q_3 = \sum Q_{2i}, \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

$$Q_3 = \sum Q_{2i} = 166875 + 36000 + 110000 + 15000 + 281250 = 609125 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

4) Годовой расход газа всеми потребителями определяют по формуле:

$$Q_{\text{год}} = Q_1 + Q_3, \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

$$Q_{\text{год}} = Q_1 + Q_3 = 600000 + 609125 = 60609125 \text{ (н}^3 \cdot \text{м} \text{ / год)}$$

5) Расчет часового расхода газа потребителями:

Система водоснабжения городов рассчитывает на максимально часовой расход газа, который определяется по формуле:

$$Q_{\text{час}} = k_i \cdot Q_{\text{год}}, \text{ (н} \cdot \text{м} \text{ / год)}$$

где  $k_i$  - коэффициент перехода от годового расхода газа к часовому - коэффициент часового максимума.

Таблица 11 - Коэффициент часового максимума

Число жителей, снабжаемых газом, тыс.чел	Коэффициент часового максимума ( $k_i$ )
50	1/2600
100	1/2800
300	1/3000
500	1/3300
700	1/3500

$$Q_{\text{час}} = k_i \cdot Q_{\text{год}} = \frac{1}{3500} \cdot 60609125 = 17317 \text{ (н} \cdot \text{м}^3 \text{ / год)}$$

## 5 Электроснабжение

Современный город представляет собой сложный комплекс различных потребителей электрической энергии. Основная часть ее потребляется промышленностью (около 70%). Область применения электроэнергии для коммунально-бытовых нужд составляет в среднем 20% от общего числа потребления.

В системе электроснабжения объектов можно выделить три вида установок:

- по производству электроэнергии – электрические станции;
- по передаче, преобразованию и распределению электроэнергии – электрические сети и подстанции;
- по потреблению электроэнергии в производственных и бытовых нуждах – приемники электроэнергии.

**Электрической станцией** – называется предприятие, на котором вырабатывается электрическая энергия. На этих станциях различные виды энергии (энергия топлива, падающей воды, ветра, атомная и др.) с помощью электрических машин, называемых генераторами, преобразуются в электрическую энергию.

В зависимости от используемого вида первичной энергии все существующие электрические станции разделяют на следующие основные группы: тепловые, гидравлические, атомные, ветровые и др.

**Приемником электроэнергии** называется электрическая часть производственной установки, получающая электроэнергию от источника и преобразующая ее в механическую, тепловую, световую энергию, энергию электростатического и электромагнитного полей.

По технологическому назначению приемники электроэнергии классифицируются в зависимости от вида энергии, в которой данный приемник преобразует электрическую энергию: электродвигатели приводов машин и механизмов; электротермические установки; электрохимические установки;

установки электростатического и электромагнитного поля, электрофильтры; устройства искровой обработки, контроля и испытания изделий (рентгеновские аппараты, установки ультразвука и т.д.). Электроприемники характеризуются номинальными параметрами: напряжением, током, мощностью и др.

Совокупность электроприемников производственных установок цеха, корпуса, предприятия, присоединенных с помощью электрических сетей к общему пункту электропитания, называется **электропотребителем**.

Совокупность электрических станций, линий электропередачи, подстанций, тепловых сетей и приемников, объединенных общим и непрерывным процессом выработки, преобразования, распределения тепловой и электрической энергии, называется **энергетической системой**. Единая энергетическая система (ЕСЭ) объединяет энергетические системы отдельных районов, соединяя их линиями электропередачи.

Часть энергетические системы, состоящая из генераторов, распределительных устройств, повышающих и понижающих подстанций, линий электрической сети и приемников электроэнергии, называется **электроэнергетической системой**.

**Электрической сетью** называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электроэнергии, состоящая из подстанций и распределительных устройств, которые соединены линиями электропередачи, и работающая на определенной территории.

Электрическая сеть объекта электроснабжения, называемая системой электроснабжения объекта, является продолжением электрической системы.

Система электроснабжения объекта объединяет понижающие и преобразовательные подстанции, распределительные пункты, электроприемники и ЛЭП.

Прием, преобразование и распределение электроэнергии происходят на подстанции – электроустановке, состоящей из трансформаторов или иных преобразователей электроэнергии, распределительных устройств, устройств управления, защиты, измерения и вспомогательных устройств.

Распределение поступающей электроэнергии без ее преобразования или трансформации выполняется на распределительных подстанциях (РП).

Электрические сети подразделяются по следующим признакам.

1. Напряжение сети. Сети могут быть напряжением до 1кВ - низковольтными, или низкого напряжения (НН), и выше 1кВ – высоковольтными, или высокого напряжения (ВН).

2. Род тока. Сети могут быть постоянного и переменного тока. Электрические сети выполняются в основном по системе трехфазного переменного тока, что является наиболее целесообразным, поскольку при этом электроэнергия может трансформироваться. При большем числе однофазных приемников от трехфазных сетей делают однофазные ответвления.

3. Назначение. По характеру потребителей и в зависимости от назначения территории, на которой находятся, различают сети в городах, сети промышленных предприятий, сети электрического транспорта, сети в сельской местности. Кроме того, имеются районные сети, служащие для соединения крупных электрических станций и подстанций на напряжении выше 35 кВ; сети межсистемных связей, предназначенные для соединения крупных электроэнергетических систем на напряжении 330, 450 и 500кВ. Вместе с тем применяют понятия «питающие сети» и «распределительные сети».

4. Конструктивное выполнение сетей. Линии могут быть воздушными, кабельными и токопроводами. Подстанции могут быть открытыми и закрытыми.

Под надежностью электроснабжения понимается способность системы электроснабжения обеспечивать электроприемники объекта бесперебойным питанием электроэнергией при регламентированном напряжении. Надежность питания в основном зависит от принятой схемы электроснабжения, степени резервирования отдельных групп электроприемников, а также от надежной работы отдельных элементов системы электроснабжения (линий, трансформаторов, электрических аппаратов и др.). Все электроприемники по требуемой надежности электроснабжения разделяют на три категории.



К первой категории относятся электроприемники, перерыв в электропитании которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный экономический ущерб, повреждение дорогостоящего оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса (электроприемники насосных станций противопожарных установок, системы вентиляции в химически опасных цехах, водоотливных и подъемных установок в шахтах и т.п.). В городских сетях 1 категории относят канализационные и водопроводные станции, АТС, радио, телевидение, а также лифтовые установки высотных зданий.

Электроприемники этой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания, и перерыв электроснабжения при нарушении питания от одного из них может быть допущен только на время автоматического ввода резервного источника питания. Допустимый интервал продолжительности нарушения электроснабжения для электроприемников 1 категории составляет не более 1 минуты.

Независимым источником питания называется источник, на котором сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках. При небольшой суммарной мощности электроприемников 1 категории в качестве независимого источника питания могут быть использованы передвижные или стационарные автоматизированные электростанции небольшой мощности с двигателями внутреннего сгорания, аккумуляторные батареи, которые устанавливают непосредственно около объекта потребления электроэнергии.

Ко второй категории относятся электроприемники, перерыв в электропитании которых связан с существенным недоотпуском продукции, массовым простоем людей, механизмов, промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей. Школы, детские учреждения и жилые дома до пяти этажей обычно относят к приемникам второй категории.

В механических, металлообрабатывающих, сборочных цехах к второй группе можно отнести следующие электроприемники: электродвигатели ста-

ночного оборудования, подъемно-транспортных средств и вентиляторов, печи сопротивления, сварочные агрегаты и т.д. Электроприемники этой категории могут питаться от одного центра и допускают перерывы в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания выездной оперативной бригадой энергосистемы или дежурным персоналом предприятия. Допустимая продолжительность нарушения электроснабжения для электроприемников второй категории – не более 30 минут.

При наличии централизованного резерва допускается питание от подстанции с одним трансформатором.

К третьей категории относятся электроприемники, не подходящие под определение первой и второй категорий. К этой группе относятся электроприемники небольших коммунальных предприятий, вспомогательных цехов, ремонтных мастерских, складов неответственного назначения, цехов несерийного производства и др. Для этой категории электроприемников допускается перерыв на время ремонта или замены поврежденного элемента электроснабжения, но не более чем на одни сутки.

Для рационального и надежного построения схем электроснабжения необходимо правильно определить категории надежности отдельных групп электроприемников.

## **6 Санитарная очистка территории**

Одним из существенных элементов благоустройства городов является санитарная очистка городских территорий и окружающей среды воздушного и водного бассейнов.

**Отходы производства и потребления** – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, образовавшиеся в процессе производства и потребления, а также продукции, которая утратила свои потребительские свойства. При этом вредные отходы должны подвергаться

нейтрализации, а неиспользуемые считаются отбросами. Отходы могут быть самыми различными (рисунок 14).

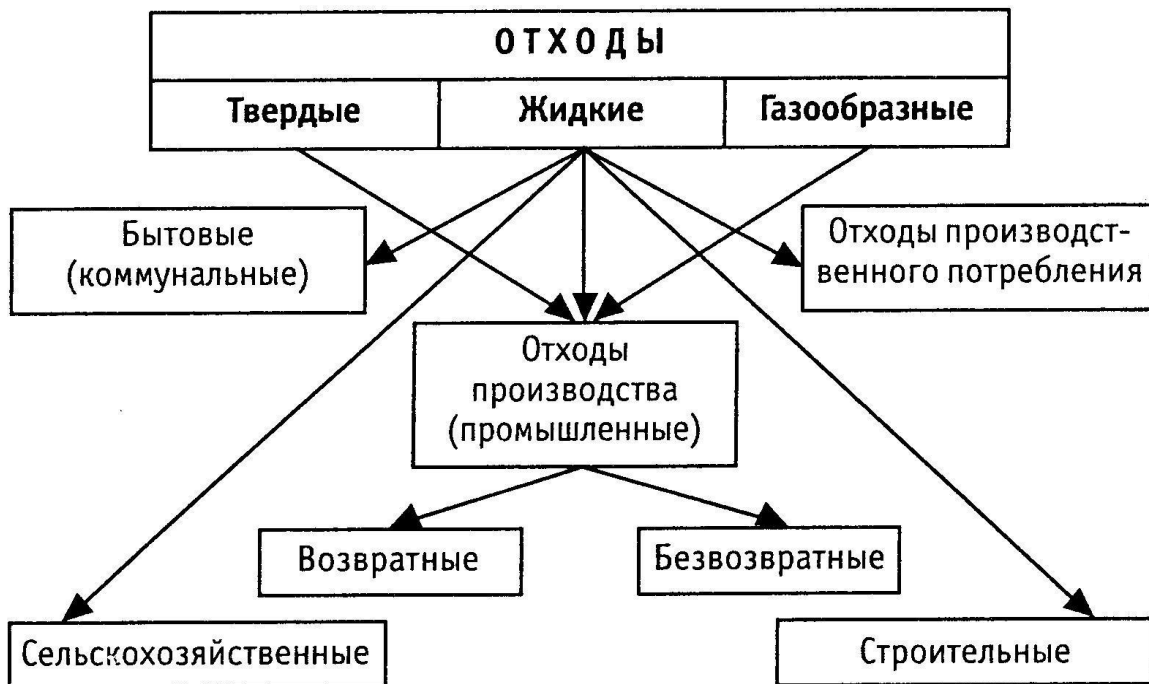


Рисунок 14 – Основные виды отходов

В результате жизнедеятельности людей в городах образуется значительное количество отбросов. Отбросы появляются в жилых и общественных зданиях, в магазинах и предприятиях общественного питания, на промышленных предприятиях, в банях, прачечных, лечебных учреждениях, на улице и т.д. Отбросы можно подразделить на твердые и жидкие. К твердым относятся домовый мусор, отбросы пищевых предприятий, уличный смет, пыль от работы некоторых производств, строительный мусор, отбросы промышленных предприятий. Жидкие отбросы образуются в домах, банно-прачечных заведениях, столовых и ресторанах, на промышленных предприятиях, на улицах в виде дождевого стока.

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, твердые бытовые отходы включают отходы из жилищ, отходы потребления на производстве, подобные коммунальным, мусор от бытовых помещений организаций и строительный, отходы кухонь и предприятий общественного питания, отходы (мусор) от уборки территории и помещений учебно-воспитательных, культурно-спортивных учреждений и зрелищных мероприятий, отходы от уборки территорий кладбищ, колумбариев, а также отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств и их части, отходы аккумуляторов, лампы (накаливания, люминесцентные, электронные и др.), провода изолированные, кабели и другие изолированные электрические проводники).

Процесс управления отходами потребовал внедрения в практику ряда специфических понятий и определений.

**Обращение с отходами** – это такая деятельность, в процессе которой производится сбор, сортировка, транспортировка и размещение отходов, транспортировка и размещение отходов, их использование и обезвреживание.

**Размещение отходов** – это хранение и захоронение их. В свою очередь, **хранение** отходов – это комплекс работ, обеспечивающих содержание отходов в объектах размещения в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования, а **захоронение отходов** – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах, исключающих попадание вредных веществ в окружающую природную среду.

**Использование отходов** предусматривает применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии.

**Обезвреживание отходов** представляет собой обработку отходов на специальных установках, в том числе их сжигание в целях предотвращения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Под **объектом размещения** отходов следует понимать специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов, например полигоны твердых бытовых отходов или хранилища.

Отходы, образующиеся в процессе деятельности предприятий и иных хозяйствующих объектов, обладающие опасными свойствами, подлежат обязательной паспортизации. Паспорт на опасные отходы составляется на основании данных о составе и свойствах опасных отходов с указанием кода отхода по Федеральному классификационному каталогу отходов.

Воздействие отходов на окружающую среду зависит от их качества и количественного состава. Отходы представляют собой неоднородные по химическому составу, сложные поликомпонентные смеси веществ, обладающие разнообразными физико-химическими свойствами. Неопределенность химического и вещественного состава отходов обусловлена взаимодействием компонентов, биологическим разложением и ассимиляцией веществ.

Для создания нормальных санитарных условий в городах необходимо все отбросы своевременно удалять с городских территорий: твердые отбросы вывозить, а жидкие направлять с помощью канализационных трубопроводов в очистные сооружения. Количество отбросов в городах увеличивается. Вместе с тем усложняется проблема вывоза, обезвреживания и рационального использования твердых бытовых отходов (ТБО).

Термин «управление отходами» шире понятий «переработка», «утилизация» и «обращение с отходами», так как включает организацию сбора отходов, их переработку, сжигание, захоронение, а также мероприятия по уменьшению количества отходов.

Принципы комплексного управления отходами заключается в следующем:

1. ТБО состоят из различных компонентов, к которым должны применяться различные подходы обращения с ними;

2. Для утилизации каждого компонента ТБО должна использоваться своя технология, но технология должна разрабатываться в комплексе, дополняя друг друга.

3. Муниципальная система утилизации ТБО должна разрабатываться с учетом конкретных местных проблем. На рисунке 15 показана структурная схема обращения с отходами потребления (твердые бытовые отходы).



Рисунок 15 – Структурная схема обращения с отходами потребления

Бытовые отходы уничтожаются двумя способами: сжиганием и переработкой в компост. Использование прежних способов (свалки, закапывание) в современных условиях негигиенично. В нашей стране действуют мусоросжигательные заводы, их теплом частично обогреваются жилые микрорайоны.

Хотя такой способ обезвреживания ТБО широко распространен в мире, в нем имеются серьезные издержки: использование получаемого тепла покрывает лишь десятую часть затрат. Кроме того, при сжигании мусора поглощается кислород и атмосфера насыщается продуктами горения. Сжигание – уничтожение органики, которую можно использовать. При этом применяется дорогостоящее импортное оборудование. На территории России стали сооружать заводы по биотермической переработке отходов в органическое удобрение с отечественным оборудованием. Преимущество этого способа обезвреживания ТБО заключается в том, что земле возвращается гумус в виде компоста. В течение полугода этот компост используют как биотопливо в теплицах, а потом как удобрение в открытом грунте. Кроме того, получают лом черных и цветных металлов и другие ценные для промышленности компоненты, то есть такой способ практически безотходен. Мусоросжигательные заводы более производительны и в крупнейших городах их применение целесообразнее. Мусороперерабатывающие заводы выгоднее применять там, где есть постоянные потребители биотоплива и компоста. Оба метода утилизации ТБО правомерны в санитарно-гигиеническом отношении. Полностью решить проблему санитарной очистки городов, обеспечить рациональную переработку бытового мусора и улучшить санитарное состояние пригородов поможет ускоренный переход на индустриальные методы утилизации ТБО. На рисунке 16 представлена принципиальная схема сортировки ТБО.

Требования своевременного удаления отходов с городских территорий сопряжено с определением нормы накопления домового мусора, расчетом потребляемого количества транспортных средств, выбором мощности сооружений для обезвреживания.

**Норма накопления** – это количество отходов ( $\text{кг, л, м}^3$ ), образующихся на расчетную единицу (для жилищного фонда – 1 человек, гостиница – 1 место, магазины, склады -  $1 \text{ м}^2$  торговой площади и т.д.) в единицу времени (день, год).

Нормы накопления рассчитываются отдельно для жилых зданий и учреждений и предприятий общественного назначения (общественного питания, учебных, зрелищных, гостиниц, детских садов и др.).



Рисунок 16 – Принципиальная схема сортировки отходов на мусороперегрузочной станции

На величину нормы накопления влияют следующие факторы:

- степень благоустройства жилого фонда (наличие мусоропровода, газа, водопровода, канализации, системы отопления);
- этажность зданий;
- вид топлива при местном отоплении;
- развитие общественного питания и культура торговли;



- степень благосостояния населения; климатические условия;
- специфика питания и др.

Норма накопления домового мусора учитывает отходы, накапливаемые в жилых зданиях, учреждениях и предприятиях общественного питания и культурного назначения, отходы отопительных устройств при местном отоплении, а также крупные предметы домашнего обихода. Установлена средняя норма накопления бытовых отходов на одного жителя при полном охвате санитарной очисткой для городов 360 кг или 1000л, в том числе в жилищном фонде – 260 кг или 650 л. Эта норма зависит от степени благоустройства города и климата и может быть изменена в зависимости от конкретных условий. Плотность твердых бытовых отходов в благоустроенном жилищном фонде составляет 0,18... 0,50 т/м<sup>3</sup>. Плотность бытовых отходов меняется по сезонам и зависит от влажности. Самая большая плотность бытовых отходов наблюдается осенью, с повышением доли пищевых отходов.

Важнейшим моментом в санитарной очистке города является вывоз домового мусора от домовладений. Для определения потребности в средствах транспорта, необходимых для вывозки образовавшихся масс мусора, и мощности сооружений по его переработке, утилизации и обеззараживанию подсчитывают годовое и суточное накопление мусора в целом по городу, району, домовладению.

Годовое накопление мусора, м<sup>3</sup> или т:

$$Q = p m,$$

где  $p$  – норма **накопления** мусора на 1 человека в год, м<sup>3</sup> или т;  $m$  – численность населения исследуемого города, района, домовладения.

Среднесуточное накопление домового мусора на число дней в году (365) и умножают на коэффициент неравномерности накопления мусора по дням недели – 1,2 или 1,3.

Норма накопления мусора меняется при отдельной системе сбора пищевых отходов и вторичного сырья (макулатуры, цветных металлов и др.). при этом количество вывозимых пищевых отходов снижается на 8...13 кг,

вторичного сырья – на 20 кг в год на одного человека. Выбор системы сбора и удаления бытовых отходов решается для каждого города на ближайший плановый период и перспективу, исходя из существующих конкретных условий: наличия и уровня техники, общего благоустройства и расстояния вывоза бытовых отходов, перспективного плана застройки и развития города.

Сбор твердых бытовых отходов домовладений начинается в квартирах. Затем отходы поступают либо непосредственно в мусоропроводы, либо их выносят в баки или контейнеры, расположенные на территориях домовладений на площадках, специально отведенных для установки мусоросборников и временного хранения отходов (рисунок 17).

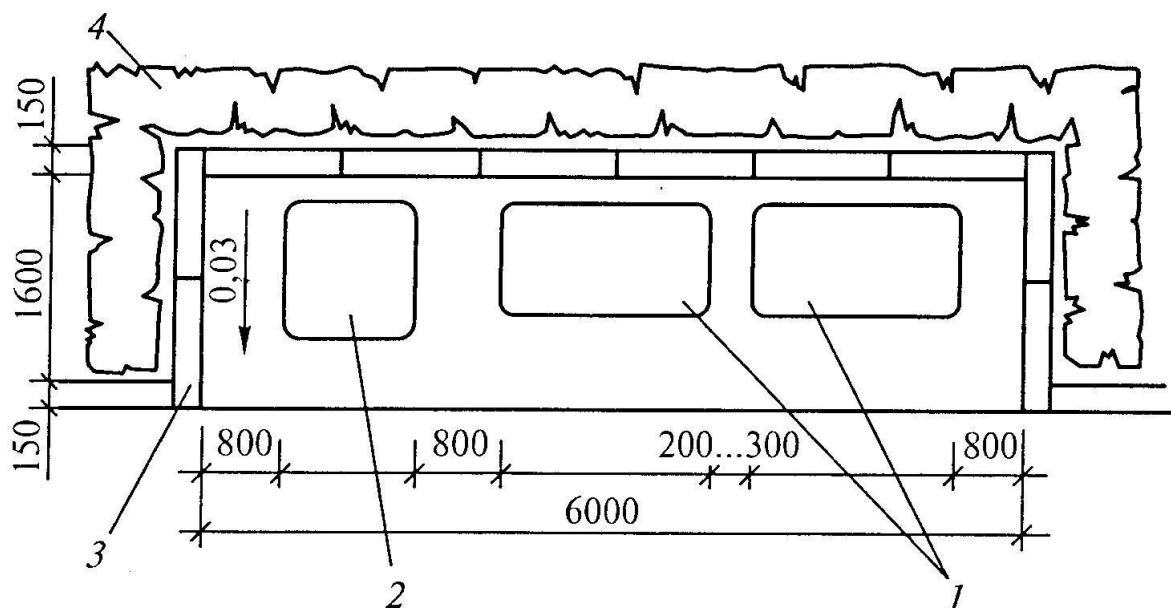


Рисунок 17 – Площадка для установки мусоросборников:

1 – контейнер для бытового мусора; 2 – контейнер для пищевых отходов; 3 – бортовой камень; 4 – живая изгородь

Вывозят бытовые отходы специальным мусоровозным транспортом. В настоящее время применяют две основные системы сбора и вывоза отходов: баковую и контейнерную.

Баковая система представляет собой удаление отходов кузовными мусоровозами. Такая система имеет большие недостатки, так как требует значительных затрат металла, тяжелого физического труда и сложна при эксплуатации и санитарном содержании мусоросборников. Баки применяются вместимостью 100л, мусоровоз – с уплотняющим устройством.

Контейнерная система заключается в вывозке отходов контейнерными или кузовными мусоровозами. Эта система предпочтительнее баковой и получила большее распространение в городах России. Однако контейнерная также имеет существенный недостаток: низкая плотность укладки мусора в контейнерах ведет к удорожанию вывозки и снижению производительности.

Весьма прогрессивна система вывозки бытовых отходов кузовными мусоровозами, в которые мусор перегружается из контейнеров непосредственно на мусоросборных площадках в домовладениях. Этот способ позволяет уплотнить вывозимый мусор, то есть более плотно использовать грузоподъемность автомашин.

Любая система сбора и удаления мусора должна удовлетворять нормам санитарно-гигиенического состояния домовладений, поэтому удаление твердых бытовых отходов должно осуществляться с установленной периодичностью, комплексно по всем домовладениям, учреждениям и организациям. В настоящее время отбросы удаляют по маршрутным графикам. Важным требованием для удовлетворения санитарно-гигиенических условий территории микрорайона является введение планомерно-регулярной системы удаления отходов во всем населенном пункте. Для этого необходимо установить периодичность вывоза твердых бытовых отходов, выбрать режим работы применяемого мусоровозного транспорта и составить для него маршрутные графики работы.

Статья 54 Закона «Об охране окружающей природной среды» установила, что местные органы власти, предприятия, учреждения, организации, граждане обязаны принимать эффективные меры по обезвреживанию, переработке, утилизации, складированию или захоронению производственных и

бытовых отходов, соблюдать действующие экологические, санитарно-гигиенические и противоэпидемические нормы и правила. Запрещается сброс отходов и канализационных стоков в водоемы общего пользования, подземные водоносные горизонты, поскольку последние рассматриваются в перспективе как источники питьевого водоснабжения.

Захоронение потенциально опасных и токсичных отходов производится с разрешения специально уполномоченных на то государственных органов Российской Федерации в области охраны природы. Деятельность по обращению с отходами, в том числе и опасными, подлежит лицензированию. Опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности. При этом на опасные отходы составляется специальный паспорт.

В настоящее время ведется **государственный кадастр отходов**, который включает федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов, а также банк данных и технологиях утилизации и обезвреживания.

**Приложения**  
**Приложение А**

**Нормы водопотребления**

**Среднесуточная норма хозяйственно-питьевого водопотребления  
на одного жителя для населенных пунктов**

Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:

Без ванн.....	125 – 160
С ванными и местными водонагревателями.....	160 – 230
С централизованным горячим водоснабжением....	230 – 350
Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя принимают	30 – 50

Нормы расхода воды на одну голову л/сут:

Коровы молочные .....	100
Коровы мясные .....	70
Молодняк крупного рогатого скота до двух лет ....	30
Телята до 6 месяцев .....	20
Свиноматки с поросятами .....	60
Свиноматки супоросные .....	25
Свиньи на откорме .....	15
Лошади рабочие .....	60
Овцы и козы .....	10
Утки и гуси .....	2

Примечание: 1. В жарких сухих районах указанные нормы увеличиваются на 25%. В нормы включен расход воды на мойку помещений, клеток, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока и др. На удаление навоза принимают дополнительный расход воды от 4 до 10 л на голову в зависимости от способов его удаления. Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для животных равен 2,5.

2. Выбор удельного водопотребления должен производиться в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий.

### Данные для гидравлического расчета трубопроводов

Гидравлические уклоны  $i$ , увеличенные в 1000 раз, для стальных и асбестоцементных труб

#### Стальные трубы

Q, л/с	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,1	3,1	3,5	4,1	4,1
D, мм	50	50	50	50	50	50	60	60	60	75
1000i	2,49	4,69	9,69	16,3	24,6	36,6	23,4	29,2	16,7	16,7
Q, л/с	5	5,8	5,8	7	8,1	8,1	9	10	11	11,7
D, мм	75	75	80	80	80	100	100	100	100	100
1000i	24,1	31,8	16,2	22,9	30,1	12,1	14,6	17,8	21,3	24,0
Q, л/с	11,7	14	16,6	16,6	18	20	21,8	21,8	25	29,2
D, мм	125	125	125	150	150	150	150	175	175	175
1000i	11,0	15,4	21,1	8,89	10,3	12,6	14,8	10,2	13,2	17,7
Q, л/с	29,2	35	40	46	46	50	60	71	71	80
D, мм	200	200	200	200	250	250	250	250	300	300
1000i	6,24	8,73	11,2	14,7	4,85	5,67	7,96	11,0	4,43	5,53
Q, л/с	90	103	103	110	120	130	140	140	150	160
D, мм	300	300	350	350	350	350	350	400	400	400
1000i	6,89	8,89	4,07	4,60	5,41	6,3	7,31	3,72	4,23	4,78
Q, л/с	170	184	184	200	220	234	234	260	280	300
D, мм	400	400	450	450	450	450	500	500	500	500
1000i	5,37	6,29	3,41	4,00	4,80	5,43	3,29	3,91	4,53	5,20
Q, л/с	315	315	340	370	400	443	443	500	550	591
D, мм	500	600	600	600	600	600	700	700	700	700
1000i	5,74	2,29	2,64	3,10	2,64	4,53	2,23	2,74	3,32	3,83

## Асбестоцементные трубы

Q, л/с	0,4	0,7	1,0	1,5	2,0	2,2	2,2	2,5	3,0	3,5
D, мм	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75
1000i	1,43	1,43	7,61	16,0	27,3	32,6	4,51	5,77	7,97	10,7
Q, л/с	4,0	4,0	5,0	5,2	5,2	5,5	6,0	7,0	8,0	9,1
D, мм	75	75	75	75	100	100	100	100	100	100
1000i	13,6	13,6	20,5	22,0	5,40	6,00	7,03	9,34	12,0	15,2
Q, л/с	9,1	10,0	11	12	13	13,8	13,8	16	18	20
D, мм	125	125	125	125	125	125	150	150	150	150
1000i	6,49	7,72	9,21	10,8	12,6	14,0	6,02	8,05	10,0	12,2
Q, л/с	22	23,6	23,6	25	30	35	40	44	44	50
D, мм	150	150	200	200	200	200	200	200	250	250
1000i	14,5	16,5	3,94	4,38	6,14	8,18	10,5	12,5	4,29	5,45
Q, л/с	55	60	65	71	71	80	90	100	103	103
D, мм	250	250	250	250	300	300	300	300	300	350
1000i	6,50	7,64	8,88	10,5	4,50	5,63	7,0	8,53	9,01	4,29
Q, л/с	110	120	130	140	144	144	150	160	170	180
D, мм	350	350	350	350	350	400	400	400	400	400
1000i	5,03	5,92	6,87	7,89	8,31	4,31	4,65	5,24	5,87	6,53
Q, л/с	190	200	217	217	220	240	260	280	300	320
D, мм	400	400	400	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7,23	7,96	9,20	3,20	3,30	3,89	4,52	5,19	5,93	6,66
Q, л/с	340	350	380	400	400	440	460	480	500	505
D, мм	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
1000i	7,47	8,31	9,21	10,1	11,1	12,1	13,2	14,3	15,5	15,8

**Приложение В**

**Таблица для гидравлического расчета канализационных самотечных керамических и чугунных труб**

Наполнение в долях d	Расход Q (л/с) и скорость v м/с при уклоне																			
	0,004		0,006		0,008		0, 01		0,012		0,014		0,016		0,018		0,02		0,03	
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
Трубы диаметром d =150 мм																				
0,25	-	-	1,52	0,44	1,75	0,51	1,96	0,57	2,15	0,62	2,32	0,67	2,48	0,72	2,63	0,76	2,77	0,8	3,3	0,98
0,35	-	-	2,91	,53	3,36	0,61	3,76	0,68	4,12	0,75	4,45	0,81	4,76	0,86	5,05	0,91	5,32	0,96	6,51	1,18
0,5	-	-	5,56	0,63	6,41	0,72	7,17	0,81	7,85	0,89	8,48	0,96	9,07	1,02	9,62	1,09	10,1	1,15	12,4	1,4
0,6	-	-	7,46	0,67	8,61	0,78	9,63	0,97	10,5	0,95	11,4	1,03	12,2	1,1	12,9	1,17	13,6	1,23	16,7	1,51
0,75	-	-	10,1	0,71	11,7	0,82	13,1	0,92	14,3	1,01	15,5	1,09	16,5	1,16	17,5	1,23	18,5	1,3	22,6	1,59
0,85	-	-	11,4	0,71	13,2	0,82	14,8	0,92	16,2	1,01	17,5	1,09	18,7	1,17	19,8	1,24	20,9	1,3	25,6	1,6
1	-	-	11,1	0,63	12,8	0,72	14,3	0,81	15,7	0,89	17,0	0,96	18,1	1,02	19,2	1,09	20,3	1,15	24,8	1,42
Трубы диаметром d =200 мм																				
0,25	2,66	0,43	3,20	0,53	3,76	0,61	4,21	0,69	4,61	0,75	4,98	0,81	5,33	0,87	5,65	0,92	5,95	0,97	7,29	1,19
0,35	5,11	0,52	6,26	0,64	7,22	0,74	8,08	0,82	8,85	0,9	9,56	0,97	10,2	1,04	10,8	1,11	11,4	1,17	11,4	1,43
0,5	9,73	0,62	11,9	0,76	13,8	0,88	15,4	0,98	16,9	1,07	18,2	1,16	19,5	1,24	20,7	1,32	21,8	1,39	26,7	1,7
0,6	13,1	0,66	16,0	0,81	18,5	0,94	20,7	1,05	22,6	1,15	24,5	1,24	26,2	1,33	27,7	1,41	29,2	1,49	35,8	1,82
0,75	17,7	0,7	21,8	0,86	25,1	0,99	28,1	1,11	30,7	1,22	33,2	1,31	35,5	1,41	37,7	1,49	39,7	1,57	48,6	1,92
0,85	20,0	0,7	24,6	0,86	28,4	1,0	31,7	1,12	34,7	1,22	37,5	1,32	40,1	1,41	42,6	1,5	44,9	1,58	55,0	1,93
1	19,5	0,62	23,9	0,76	27,5	0,88	30,8	0,98	33,7	1,07	36,4	1,16	38,9	1,24	41,3	1,32	43,5	1,39	53,3	1,7



Исходные данные для выполнения практической и контрольной работы:

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Водопотребители	Число водопотребителей, N																									
Коммунальный сектор:																										
- из уличных колонок	500	300	400	450	300	350	500	350	600	700	500	900	400	300	250	300	400	600	700	500	400	700		400	300	350
- внутренний водопровод и канализация из ванн	700	800	200	350	450	700	600	900	500	800	900	600	400	750	700	700	850	400	700	800	700	600		500	800	750
- внутренний водопровод с ванными и водонагревателями	1000	900	700	1200	1500	800	850	1100	1100	1000	900	1000	800	1200	1000	1100	1300	700	900	1000	600	800		1100	900	1000
Скот в личном хозяйстве:																										
- свиньи	400	250	400	700	400	500	700	800	500	900	1000	1200	1000	700	600	800	500	750	1200	1000	600	700		650	500	850
- коровы	750	500	700	400	200	450	850	700	500	1100	900	870	950	400	800	700	500	700	1000	1100	900	1050		500	800	1100
- овцы и козы	250	300	150	190	400	500	450	300	150	180	200	300	400	370	420	120	180	220	300	140	190	250		70	130	400

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
Водопотребители	Число водопотребителей, N																										
Ферма крупного рогатого скота:																											
- коровы молочные	1100	900	700	800	950	750	1000	1800	500	700	1300	1400	1100	1000	1200	600	650	800	1200	1100	900	750		950	1300	1200	
- телята	500	700	200	400	170	200	250	650	300	400	250	500	400	130	140	350	200	250	200	200	300	450		750	400	300	1200
Свиноферма:																											
- свиноматки с поросятами	300	500	700	900	550	750	950	300	400	650	500	750	600	700	650	750	500	400	400	300	600	700	300		450	300	600
- откормочные свиньи и молодняк	700	900	1000	850	650	700	600	500	400	550	700	600	400	600	700	500	800	600	400	400	600	700	600		400	600	800
Хозяйственный двор:																											
- тракторы	30	20	30	40	25	40	20	30	40	30	40	70	35	50	40	35	60	30	40	35	50	60		40	50	60	
- автомобили	60	50	50	40	70	70	100	80	120	150	115	120	130	110	100	70	50	60	60	80	50	60	70		50	140	120
Откормочный цех:																											
- коровы мясные, КРС до 2-х лет	1000	1200	900	800	1100	800	450	800	900	600	500	700	950	750	800	900	600	850	550	700	800	450		350	600	750	
- молодняк	200	400	500	300	500	400	500	350	500	450	750	300	600	700	500	400	600	500	400	700	450	500		300	450	600	

участко водопроводно сет  
Длины в й и

ДПриложе  
ние

Варианты	1	2	3	4	5	6	7													2	2	2	2	2	
2.T	19,3	23,0	53,0	73,0	63,0	41,5	35,0	47,5	68,0	77,0	78,9	88,0	95,0	86,5	93,0	79,8	96,9	97,0	38,0	48,0	45,0	62,3	73,4	37,5	31,0
1.T	18,0	22,0	54,0	71,0	67,0	40,0	34,0	47,0	67,0	76,5	74,0	87,5	93,0	84,0	92,0	77,4	94,5	94,5	37,5	45,4	42,5	64,2	70,0	33,0	33,9
ВВ	20,0	30,0	55,0	80,0	64,0	42,0	36,0	49,0	69,0	78,0	76,0	89,0	94,5	85,0	94,0	78,0	97,0	97,0	39,0	47,0	44,0	66,0	70,0	34,0	34,0
НС землиности поверхОтметки	16,1	20,0	40,0	67,4	58,0	37,0	27,0	44,0	64,0	70,0	72,0	84,5	90,0	79,0	85,0	72,0	88,0	91,0	37,0	44,0	41,0	57,0	66,0	29,0	31,0
4-1	0,25	0,4	0,32	0,38	0,5	0,46	0,39	0,5	0,65	0,48	0,39	0,35	0,4	0,45	0,3	0,52	0,37	0,4	0,65	0,43	0,28	0,41	0,45	0,3	0,48
3-2	0,4	0,5	0,3	0,35	0,4	0,32	0,43	0,37	0,4	0,25	0,35	0,5	0,18	0,28	0,26	0,27	0,19	0,17	0,5	0,33	0,28	0,46	0,83	0,64	0,54
2-1	0,4	0,3	0,45	0,15	0,5	0,3	0,45	0,35	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,39	0,6	0,43	0,49	0,64	0,56	0,63	0,4	0,5	0,7
1-ВВ	0,1	0,15	0,2	0,12	0,15	0,1	0,1	0,2	0,1	0,15	0,1	0,13	0,1	0,16	0,1	0,12	0,14	0,2	0,15	0,2	20,2	0,12	0,17	0,15	0,2
ВБ-НС:км участкаДлина	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2	0,15	0,1	0,17	0,13	0,1	0,16	0,1	0,13	0,18	0,2	0,15	0,14	0,18	0,1	0,17	0,19	0,2

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Т. 3	29,8	34,0	58,5	78,0	70,0	49,3	38,4	50,0	70,5	80,5	80,3	90,0	98,0	90,9	97,5	80,1	98,3	99,0	41,5	49,5	47,8	67,4	75,0	40,5	38,4
Т. 4	15,0	15,0	49,0	79,0	50,0	39,0	32,0	43,0	63,0	70,5	70,0	80,0	92,0	83,0	93,5	74,0	96,2	90,0	38,2	42,0	44,0	64,2	69,0	30,0	30,7
Отметки динамического уровня воды в скважине:	10,1	15,0	35,4	30,0	25,0	20,0	15,0	18,0	24,0	23,0	18,0	15,0	15,0	21,0	24,0	36,0	30,0	25,0	18,0	20,0	20,0	25,0	30,0	20,0	15,0

Примечание: НС – насосная станция, ВБ – водонапорная станция

## Приложение Е

### Данные к расчету системы теплоснабжения

Вариант	Администр. здание		Клуб		Магазин		Больница		Столовая		Детский сад		Школа		Жилое здание до 5-ти этажей		Жилое здание более 5-ти этажей		0,3 - до 0,5- более этажей	ч / ал / м / зас / Д / ч
	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³	Этажей	Объем, V, м³		
1-5 6-10	2 1	15200 15200	1 1	15700 15700	3 4	2700 2700	1 2	11200 11200	1 2	5500 5500	2 2	9700 9700	1 2	11500 11500	15 25	<u>55</u> <u>55</u> 5200	10 20	<u>160</u> <u>160</u> 16000	25 0	4
																5200	16000	0,3 - до 0,5- более этажей	5000	
11-15	2	15200	2	15700	5	2700	2	11200	2	5500	3	9700	1	11500	50	<u>55</u> 5200	35	<u>160</u> 16000	1000	0
16-20	2	15200	1	15700	3	2700	1	11200	1	5500	2	9700	2	11500	35	<u>55</u> 5200	25	<u>160</u> 16000	7000	
21-25	1	15200	2	15700	4	2700	3	11200	2	5500	3	9700	1	11500	50	<u>55</u> 5200	45	<u>160</u> 16000		

## Приложение Ж

## Данные к расчету системы газоснабжения

Вариант	Число жителей, тыс. чел	Расход газа	Коммунально-бытовые предприятия										Сгорание ккал/ч
			Детский сад		Школа		Больница		Столовая		Магазин		
			Количество	Число детей	Количество	Число учащихся	Количество	Число коек	Количество	Число обедов,тыс.един.	Количество	Число посетителей,тыс.чел	
1-5	50	Наличие центр. водоснабжения	1	100	1	250	1	50	1	12	3	50	8000
6-10	100	Отсутствие центр. водоснабжения	2	200	1	500	1	70	2	15	4	70	9000
11-15	750	Наличие центр. водоснабжения	5	300	3	2400	2	200	4	30	9	250	10000
16-20	300	Отсутствие центр. водоснабжения	3	300	3	1000	1	100	3	20	6	150	8000
21-25	500	Наличие центр. водоснабжения	4	200	2	1700	2	180	3	25	8	200	9000

**Приложение И****Самостоятельная подготовка по разделу «Инженерное оборудование территорий населенных пунктов»**

## Темы для самостоятельной подготовки

	Тема	Часы
1.	Выбор территории для строительства населенных пунктов и прокладки инженерных сетей.	4
2.	Основные принципы организации инженерной подготовки территории населенных пунктов	4
3.	Системы водоснабжения	4
4.	Системы водоотведения	4
5.	Системы теплоснабжения	4
6.	Газоснабжение	4
7.	Электроснабжение	4
8.	Санитарная очистка территории	4
	Итого:	36

**Вопросы к экзамену Раздел «Инженерное оборудование территорий населенных пунктов»**

1. Инженерные мероприятия по инженерной подготовке территории к строительству
2. Инженерные мероприятия для устранения неблагоприятных природных условий и защиты от разрушительных явлений природы
3. Учет влияния природных условий на выбор участка для строительства населенного пункта
4. Обеспечение удобной связи селения с окружающей территорией
5. Общие правила и методы проектирования инженерных сетей
6. Цели и задачи вертикальной планировки
7. Методы вертикальной планировки
8. Определение объемов земляных работ
9. Источники водоснабжения
10. Системы водоснабжения
11. Трассирование водопроводных сетей
12. Зоны санитарной охраны
13. Нормы отвода земель
14. Системы и схемы канализации
15. Канализационные сети и коллекторы
16. Выбор схемы канализации и трассирование канализационных сетей
17. Системы и схемы теплоснабжения
18. Источники теплоснабжения
19. Расчет сетей теплоснабжения
20. Общие принципы газоснабжения населенных пунктов.
21. Классификация газопроводов.
22. Трассирование газопроводов.
23. Производство электроэнергии.
24. Схемы электроснабжения.



25. Трассирование сетей.
26. Твердые отбросы, их классификация и состав.
27. Системы сбора и удаления твердых отбросов.
28. Обезвреживание и переработка городских отходов.

**Тест по проверке остаточных знаний Раздел: Инженерное****оборудование территорий населенных пунктов****1. Виды инженерного обустройства территории:**

- 1) инженерная подготовка территории
- 2) инженерное благоустройство территории
- 3) инженерная подготовка территории и инженерное благоустройство территории

**2. Инженерная подготовка территории –**

- 1) приемы и методы изменения физических свойств территории
- 2) улучшение функциональных и эстетических качеств территории
- 3) вертикальная планировка территории

**3. Инженерное благоустройство –**

- 1) комплекс инженерных, архитектурно-планировочных, лесохозяйственных, экономических и эстетических качеств территории
- 2) защита территории от затопления, понижения уровня грунтовых вод, развития оврагов, оползней, карста
- 3) вертикальная планировка территории застройки

**4. Вертикальная планировка это:**

- 1) изменение естественного рельефа в соответствии с требованиями планировки и застройки городов
- 2) благоустройство территории
- 3) выравнивание поверхности земли

**5. Подземные сети подразделяются на:**

- 1) транзитные и магистральные
- 2) распределительные и разводящие
- 3) магистральные и распределительные
- 4) транзитные, магистральные, распределительные и разводящие

**6. Методы размещения подземных сетей под улицами определяются:**

- 1) категорией и значением улицы
- 2) характером и размерами движения транспорта
- 3) габаритами улицы в целом

- 4) числом трубопроводов и кабелей
  - 5) категорией и значением улицы, характером и размерами движения транспорта, габаритами улицы в целом, числом трубопроводов и кабелей
7. Раздельная, неполная раздельная, общесплавная это:
- 1) система канализации
  - 2) система водоснабжения
  - 3) система теплоснабжения
8. Открытые источники водоснабжения:
- 1) реки, водохранилища, озера
  - 2) каптажные камеры, водозаборные скважины
  - 3) моря, озера
9. Норма водопотребления это:
- 1) расход воды на единицу потребителя
  - 2) расход воды на единицу площади
  - 3) расход воды в единицу времени
10. Норма водопотребления в сельском населенном пункте зависит от:
- 1) от степени благоустройства зданий и климатических условий
  - 2) от источника водоснабжения
  - 3) от числа водопотребителей
11. Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в:
- 1) определении диаметров труб и потерь напора для каждого участка сети
  - 2) определении расхода, скорости движения воды в трубопроводе
  - 3) определении расхода и диаметров труб
12. Виды инженерного оборудования на территории города:
- 1) водоснабжение и канализация
  - 2) теплоснабжение и электроснабжение
  - 3) водоснабжение, канализация, теплоснабжение, газоснабжение и электроснабжение
13. Подземные сети глубокого заложения располагают:
- 1) в зоне промерзания грунта
  - 2) ниже зоны промерзания грунта
  - 3) в зависимости от природных условий
6. Источники водоснабжения необходимо располагать
- 1) выше населенного пункта
  - 2) ниже населенного пункта

3) в пределах черты населенного пункта

14. Водопроводные сети в сельском населенном месте проектируются:

- 1) комбинированными (кольцевые и тупиковые)
- 2) только кольцевыми
- 3) только тупиковыми

15. Сети глубокого заложения это:

- 1) водопровод, канализация, водосток
- 2) теплосети, электрические кабели, кабели телефонной и телеграфной связи, сигнализации
- 3) водопровод, канализация, электрические кабели

16. Методы размещения подземных сетей под улицами и на территориях жилых микрорайонов:

- 1) в грунте
- 2) в специальных каналах и коллекторах
- 3) в подвалах и подпольях зданий
- 4) в грунте, в специальных каналах и коллекторах, в подвалах и подпольях зданий

17. Система, обеспечивающая водоснабжение группы поселков или других рассредоточенных объектов называется:

- 1) централизованной
- 2) групповой
- 3) автономной

18. Режим водопотребления –

- 1) режим расходования воды потребителями
- 2) режим водозабора
- 3) режим подачи воды потребителям

19. Водопроводная сеть представляет собой:

- 1) совокупность трубопроводов, по которым транспортируется вода потребителям
- 2) совокупность водозаборных, подъемных сооружений, сооружений для улучшения воды, башни и резервуары
- 3) совокупность водозаборных сооружений и водопроводная сеть

20. Водопроводные сети в сельском населенном месте проектируются:

- 1) комбинированными (кольцевые и тупиковые)
- 2) только кольцевыми
- 3) только тупиковыми

21. Сети водоснабжения проектируют:

- 1) самотечными
- 2) напорными
- 3) самотечно-напорными

22. Санитарная зона между очистными сооружениями и населенным пунктом предусматривается:

- 1) шириной от 200м до 1 км, в зависимости от производительности канализации
- 2) в зависимости от способа очистки сточных вод
- 3) шириной менее 200м

23. Зона санитарной охраны первого пояса для подземных источников водоснабжения составляет:

- 1) не менее 30-50 м
- 2) не менее 20-30 м
- 3) в зависимости от местоположения источника более 50м

24. Зона санитарной охраны второго пояса для открытых источников водоснабжения устанавливаются:

- 1) по согласованию с санитарно-эпидемиологической станцией
- 2) в зависимости от местных гидро- и топографических условий
- 3) по заданию на проектирование

25. Зона санитарной охраны первого пояса открытых источников водоснабжения устанавливается:

- 1) вверх по течению – не менее 200м от водозабора, вниз по течению не менее 100 м от водозабора, вдоль береговой линии – не менее 100 м от уреза воды при наивысшем ее уровне
- 2) по согласованию с санитарно-эпидемиологической станцией
- 3) вверх и вниз по течению не менее 200м

26. Система, обеспечивающая водоснабжение территории одним или группой объединенных источников называется:

- 1) централизованной
- 2) групповой
- 3) автономной

27. Рельеф местности, расположение, типы водопроводных сооружений, расположение потребителей на трассировку водопроводной сети:

- 1) влияют
- 2) не влияют
- 3) зависит от местных условий территории

28. Раздельная система канализации предусматривает:

- 1) укладку двух подземных сетей трубопроводов
- 2) укладку одной системы трубопроводов
- 3) укладку трубопроводов, в зависимости от объемов стоков

29. Способы очистки сточных вод:

- 1) механический и биологический
- 2) физико-химический
- 3) фильтрование
- 4) осветления

30. В зоне одноэтажной усадебной застройки в сельском поселении экономично устройство:

- 1) централизованной канализации
- 2) местной канализации
- 3) смешанной системы канализации

31. Канализационная сеть в поселении проектируют:

- 1) напорной
- 2) самотечной
- 3) в зависимости от местных условий

32. Очистные сооружения размещают:

- 1) ниже населенного пункта по рельефу, течению реки и с подветренной стороны
- 2) выше населенного пункта и по течению реки
- 4) не имеет значения

33. Канализационная сеть в поселении проектируют:

- 1) напорной
- 2) самотечной
- 3) напорно-самотечной

34. Общесплавная система канализации осуществляет отвод сточных вод при условии:

- 1) укладки двух подземных сетей трубопроводов
- 2) укладки одной системы трубопроводов
- 3) согласно заданию на проектирование

35. Решетки, дробилки, песколовки, жироловки, отстойники:

- 1) сооружения механической очистки сточных вод
- 2) сооружения биологической очистки сточных вод
- 3) сооружения обеззараживания сточных вод

36. Поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды:

- 1) сооружения естественной биологической очистки
- 2) сооружения механической очистки
- 3) сооружения комбинированной очистки

37. Источниками централизованного теплоснабжения являются:

- 1) отопительные котельные установки, теплоэлектроцентрали
- 2) небольшие котельные установки, теплогенераторы, газовые и электрические водо-нагреватели, отопительные печи

38. Источниками децентрализованного теплоснабжения являются:

- 1) отопительные котельные установки, теплоэлектроцентрали
- 2) небольшие котельные установки, теплогенераторы, газовые и электрические водо-нагреватели, отопительные печи
- 3) теплоэлектроцентрали

39. Получение тепловой энергии от теплоэлектроцентрали:

- 1) централизованное теплоснабжение
- 2) децентрализованное теплоснабжение
- 3) согласно задания на проектирование

40. Получение тепловой энергии от местных источников тепла это:

- 1) централизованное теплоснабжение
- 2) децентрализованное теплоснабжение
- 3) комбинированное теплоснабжение

41. Тепловые нагрузки – расход тепла на:

- 1) отопление и вентиляцию зданий, горячее водоснабжение
- 2) водоснабжение зданий
- 3) газоснабжение зданий

42. Газопроводы в зависимости от величины давления классифицируются на:

- 1) низкого, среднего и высокого давления
- 2) низкого и высокого давления
- 3) среднего и низкого давления

43. Схема газоснабжения для крупных и крупнейших городов применяется:

- 1) двухступенчатая
- 2) одноступенчатая
- 4) многоступенчатая

44. Схема газоснабжения для поселков и малых городов применяется:

- 1) одноступенчатая
- 2) двухступенчатая
- 4) многоступенчатая

45. Газопроводы сухого газа располагают:

- 1) в зоне промерзания грунта
- 2) ниже зоны промерзания грунта
- 3) выше зоны промерзания грунта

46. Газопроводы влажного газа располагают:

- 1) в зоне промерзания грунта
- 2) ниже зоны промерзания грунта
- 3) выше зоны промерзания грунта

47. Схема газоснабжения для средних и больших городов применяется:

- 1) одноступенчатая
- 2) многоступенчатая
- 3) двухступенчатая



## Список литературы:

## а) основная литература:

1. Инженерные системы зданий и сооружений //И.И. Полосин, Б.П. Новосельцев, В.Ю. Хузин, М.Н. Жерлыкина. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 304 с.
2. Николаевская И.А. Благоустройство территорий //И.А. Николаевская. – 2-е изд. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

## б) дополнительная литература

1. Строительные нормы и правила. Градостроительство. Планировка и застройка поселений: СНИП 2.07.01 – 89\* – М., 1994.
2. СНИП 2.04.02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
3. СНИП 2.04.03 – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
4. СНИП 2.04.07 – 86. Тепловые сети.
5. СНИП 2.04.08 – 87. Газоснабжение.
6. Бакутис В.Э. Инженерное благоустройство городских территорий /В.Э. Бакутис, В.А. Горохов, Л.Б. Лунц, О.С. Расторгуев. – М.: Стройиздат, 1979. – 239с.
7. Ерхов Н.С. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации и водоснабжению / Н.С. Ерхов, Н.И. Ильин, В.С. Мисенев. – М.: Колос, 1984. – 160 с: ил. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
8. Городские инженерные сети и коллекторы. /М.И.Алексеев и др. – Л., 1990.
9. Николаевская И.А. Инженерные сети и оборудование территорий, зданий и стройплощадок //И.А. Николаевская, Л.А. Горлопанова, Н.Ю. Морозова; Под ред. И.А. Николаевской. – 2-е изд. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 224 с.
10. ГОСТ 25151-82. Водоснабжение. Термины и определения.
11. ГОСТ 25150-82. Канализация. Термины и определения.

**СВИТАЙЛО ЛЮБОВЬ ВИТАЛЬЕВНА**

**ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО  
ТЕРРИТОРИИ**

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по направлению  
подготовки 21.03.02 Землеустройство и  
кадастры

Подписано в печать 2021г.

Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная. Уч. – изд. л. 5,4. Тираж 300  
экз. Заказ \_\_\_\_\_

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная акаде-  
мия».

692510, г. Уссурийск, Блюхера, 44.

Участок оперативной полиграфии Приморской государственной сельскохо-  
зяйственной академии 692500, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8.