



1921-2021

Издательство  
МИСИ – МГСУ

П.А. Слепнев, И.А. Чижиков

# ПЛАНИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие

ISBN 978-5-7264-2238-1

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2021

Москва  
2021

УДК 711  
ББК 85.118  
С47

*Рецензенты:*

академик транспорта, доктор технических наук, профессор *А.В. Кочетков*,  
председатель Поволжского регионального отделения Российской академии транспорта,  
профессор Пермского национального исследовательского политехнического университета;  
доктор технических наук, профессор *И.С. Шукуров*,  
профессор кафедры градостроительства НИУ МГСУ

**Слепнев, П.А.**

С47

Планирование инженерных сетей и оборудования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / П.А. Слепнев, И.А. Чижиков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра градостроительства. — Электрон. дан. и прогр. (0,82 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. — Учебное электронное издание: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Систем. требования: Intel; Microsoft Windows (XP, Vista, Windows 7, 10); дисковод CD-ROM, 512 Мб ОЗУ; разрешение экрана не ниже 1024×768; ПО Adobe Acrobat, мышь. — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-2238-1

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы размещения инженерных сетей на городских территориях. Приведены расчеты инженерных сетей, выполняемые при их проектировании и планировании. Представлен пример выполнения курсового проекта по дисциплине «Планирование инженерных сетей и оборудования».

Для обучающихся по направлению подготовки 07.03.04 Градостроительство.

*Учебное электронное издание*

*Минимальные системные требования: процессор стандартной архитектуры x86 с тактовой частотой от 1,6 ГГц и выше; операционная система Microsoft Windows XP, Vista, Windows 7 и выше; от 512 Мб оперативной памяти; от 1 Гб свободного пространства на жестком диске; разрешение экрана не ниже 1024×768; программа Adobe Acrobat.*

Редактор *Т.Н. Донина*  
Корректор *Л.В. Светличная*  
Компьютерная правка и верстка *О.В. Суховой*  
Дизайн титульного экрана *Д.Л. Разумного*

*Для создания электронного издания использовано:*  
Microsoft Word 2010, Adobe InDesign CS6, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 13.11.2019.  
Объем данных 0,82 Мб, 1 CD-ROM. Тираж 10 экз.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет».  
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.  
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.  
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ.....	6
2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ.....	7
3. РАСЧЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ И РАСХОДОВ .....	13
Водоснабжение .....	13
Водоотведение .....	16
Теплоснабжение .....	20
Газоснабжение .....	24
Электрические сети .....	27
Слаботочные сети.....	30
4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА «ПЛАНИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ МИКРОРАЙОНА» .....	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
Библиографический список.....	46

## **ВВЕДЕНИЕ**

Инженерные системы являются системами жизнеобеспечения населенных мест, обеспечивающими нормальные условия для проживания людей. Правильное решение задач по проектированию инженерных систем и оборудования определяет уровень благоустройства городов, а также рациональное использование энергоресурсов (топлива, воды, электроэнергии и т.д.).

Цель данного пособия — создание представления об устройстве основных систем жизнеобеспечения городов и их взаимосвязи, а также выработка навыков проектирования и расчета трубопроводов наружных инженерных сетей.

Пособие направлено на подготовку специалистов-градостроителей, занимающихся вопросами проектирования населенных пунктов. Работа с учебным пособием способствует усвоению теоретических положений, формированию практических навыков в проектно-конструкторской работе, пониманию взаимосвязи отдельных элементов систем.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ

Подземные коммуникации города — важнейший элемент инженерного оборудования и благоустройства, который обеспечивает санитарно-гигиенические требования и создает высокий уровень комфорта для населения. Основными видами подземных коммуникаций в городских и сельских поселениях являются сети водоснабжения (горячего и холодного), водоотведения бытовых, производственных и атмосферных загрязненных вод, водостока (ливневой канализации), дренажа, тепло-, энергоснабжения, газификации, а также слаботочные системы (сигнализация, телефонная и телеграфная связь, радио, Интернет) и сети специального назначения.

Инженерные сети в населенных пунктах проектируют и реализуют как комплексную систему, которая объединяет все подземные, наземные и надземные сети с учетом их эксплуатации и развития на расчетный период.

Городские коммуникации, развиваясь, представляют собой сложную систему, окутывающую всю территорию города. Подземные сети подразделяют на распределительные (разводящие), транзитные и магистральные.

*Распределительными (разводящими)* сетями являются коммуникации, которые подводятся к домам от магистральных сетей города.

*Транзитными* являются коммуникации, которые проходят через весь город и не задействованы в снабжении города и не используются, например газопровод высокого давления, водоводы, нефтепроводы, идущие от места добычи к месту переработки.

*Магистральными* являются коммуникации города, по которым для снабжения города подаются или отводятся основные виды энергоносителей в городе. Магистральные сети рассчитаны на большое число потребителей (несколько тысяч человек). Их располагают обычно в направлении основных транспортных коридоров населенных пунктов.

При проектировании магистральных трасс подземных коммуникаций их прокладывают прямолинейными участками, параллельно осям или красным линиям, располагают магистральные сети с одной стороны улицы, избегая пересечения. Подземные сети не должны располагаться одна над другой, за исключением тех участков, на которых они пересекаются или ответвляются, а также там, где предусмотрены пересечения в разных уровнях в соответствии с нормами. Наиболее целесообразным является расположение подземных коммуникаций в зеленой полосе улицы или под тротуарами, но бывает необходимость прокладывать их под проезжей частью улиц.

Для расширения и реконструкции коммуникаций при комплексном проектировании оставляют резервные участки в подземном пространстве улиц.

## 2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

При проектировании инженерных подземных сетей микрорайона необходимо прежде всего определить возможные источники обеспечения его водой, теплом, электроэнергией, газом от общегородских (уличных) магистралей и коллекторов, наметить вероятные места подключения к ним внутримикрорайонных коммуникаций и установить места отвода фекальных и ливневых вод.

К *микрорайонным* подземным сетям (распределительным коммуникациям) относятся:

- водопроводные сети и вводы в здания для подачи воды потребителям;
- канализационные сети, обслуживающие микрорайон, включая выпуски в городские сети;
- газопроводы низкого давления для газоснабжения жилых и общественных зданий и коммунально-бытовых потребителей;
- водосточная сеть, обслуживающая микрорайон;
- тепловые сети от *центральных тепловых пунктов* (ЦТП) до здания, включая абонентские вводы;
- низковольтные сети (кабельные линии мощностью до 1 кВт от *трансформаторных подстанций* (ТП) до потребителей);
- кабельные линии телефона и Интернета от распределительных щитов до зданий, включая абонентские вводы.

Микрорайонные сети с помощью вводов и выпусков присоединяют к городским (уличным) коммуникациям.

Построение схем инженерных подземных сетей в микрорайоне должно отвечать задаче полного обеспечения потребителей всеми видами инженерного благоустройства. Трассировка сетей должна быть решена наиболее экономично по кратчайшим путям с максимальным использованием технических подполий зданий.

При проектировании распределительных коммуникаций в новых микрорайонах и кварталах нужно учитывать последовательность строительства отдельных зданий, а именно необходимость прокладки транзитных распределительных коммуникаций в технических подпольях и коридорах зданий, а также расположение ЦТП, водопроводных и канализационных *насосных станций* (НС) и *газораспределительных пунктов* (ГРП).

Различные подземные сети всегда имеют разную глубину заложения. Различают сети мелкого и глубокого заложения. Сети *мелкого* заложения располагают в верхней зоне промерзания грунта, а сети *глубокого* заложения — ниже зоны промерзания грунта. Глубину промерзания грунта определяют по СНиП 2.01.01-82\*. Для Москвы, например, она составляет 140 см.

Сетями *мелкого заложения* являются сети, эксплуатация которых не зависит от температуры окружающей среды и может допускать охлаждение: электрические силовые кабели и слаботочные, кабели телеграфной связи и телефонной, сигнализации, газопроводы.

Сетями *глубокого заложения* являются сети, которые не могут замерзнуть или допускать изменения агрегатного состояния транспортируемого носителя (переохлаждения): водопровод, канализация, водосток.

Для подземных сетей могут использоваться бетонные, стальные, железобетонные и полиэтиленовые трубопроводы. Их прокладывают в грунте, коллекторах, тоннелях, каналах, а также могут вести открытым способом над поверхностью земли по трубопроводам, особенно в северных районах вечной мерзлоты. Существуют 3 способа прокладки внутримикрорайонных подземных сетей: совмещенно в проходных каналах-цепках (коллекторах); совмещенно в общей траншее; раздельно.

Инженерные сети необходимо показывать на схеме следующим образом: водопровод — синим цветом, электрокабели — красным, канализацию — коричневым, телефон — темно-зеленым, газ — желтым, водостоки — оранжевым, теплоснабжение — зеленым.

## Совмещенная прокладка инженерных сетей

Прокладка сетей в проходных каналах-сцепках является наиболее прогрессивным способом для внутримикрорайонных подземных коммуникаций. За счет совмещения всех коммуникаций в одном коллекторе объем земляных работ сокращается до 30 %. Значительно улучшаются условия эксплуатации и ремонта подземных сетей, увеличивается их долговечность, исключается повторное разрытие.

*Внутримикрорайонный коллектор* — это проходной подземный канал для размещения инженерных коммуникаций.

Внутримикрорайонные проходные коллекторы (каналы-сцепки) сооружаются на стадии работ нулевого цикла одновременно с возведением технических подполий зданий, что позволяет создать единую законченную систему инженерных сетей.

Технические подполья и коридоры под зданиями предназначаются для размещения инженерных коммуникаций.

В проходных каналах-сцепках прокладывают все напорные инженерные коммуникации и кабели (водопровод, газопровод, тепловые сети низкого давления и горячего водоснабжения, электрические кабели и кабели связи). Канализацию и водосточные сети (самотечные) прокладывает отдельно, вне канала.

При выборе трассы внутримикрорайонного коллектора следует стремиться к тому, чтобы основной канал, к которому присоединяют здания, обслуживал не менее 6...8 домов, остальные дома присоединяют к основной группе зданий с помощью сцепок. Общее число зданий, обслуживаемых одним проходным каналом-сцепкой, составляет 10...12, таким образом, в микрорайоне приходится устраивать два или три таких канала-сцепки.

Трассировка внутримикрорайонных коллекторов должна обеспечивать кольцевание газовых и водопроводных сетей для двустороннего питания зданий и бесперебойного снабжения в случае аварии на отдельных участках. Входы в коллектор необходимо устраивать через двери или люки (монтажные и смотровые) не менее чем через 500 м. Кроме того, монтажные люки размером 1,2×0,8 м следует располагать через каждые 300 м по длине коллектора.

Коммуникации в коллекторе рекомендуется размещать следующим образом:

- с одной стороны коллектора сверху на кронштейнах располагают газопровод, под ним — трубопроводы горячего водоснабжения (циркуляционная и подающая системы), а еще ниже — трубопроводы теплосети (обратный и в самом низу — подающий);
- с другой стороны коллектора на кронштейнах размещают кабельные сети (сверху — энергоснабжения, ниже — телефонизации, внизу — водопроводные).

Может быть и иное расположение трубопроводов, однако во всех случаях ширина прохода в свету должна быть не менее 0,8 м, высота — не менее 1,8 м.

## Совмещенная прокладка коммуникаций в общей траншее

Данный вид прокладки применяется, когда невозможна прокладка коммуникаций в проходных каналах-сцепках (отсутствие базы строительной индустрии, ограниченные масштабы застройки и т.п.). В одной траншее можно размещать различные по назначению и величине сечения трубопроводы. Их следует располагать параллельно друг другу и прямолинейно на участках возможно большего протяжения с различной глубиной заложения.

Для совмещенных прокладок предусматривают одинаковые продольные уклоны, которые нетрудно запроектировать для напорных трубопроводов.

Размещение подземных сетей по отношению к зданиям, сооружениям, зеленым насаждениям и их взаимное расположение должны исключать возможность подмыва фундаментов зданий и сооружений, повреждение близрасположенных сетей и зеленых насаждений, а также обеспечивать ремонт сетей.

При комплексном проектировании подземных сетей руководствуются величинами минимальных горизонтальных расстояний между ними (табл. 1), минимальных расстояний подземных сетей от зданий, сооружений и устройств (табл. 2) и минимальной глубиной заложения подземных сетей, считая до верха труб (табл. 3).



## Размещение инженерных сетей относительно друг друга

Инженерные сети	Расстояние, м, по горизонтали (в свету) до:												
	водо-провода	канали-зации бытовой	дренажа и дожде-вой кана-лизации	газопроводов давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )				кабелей силовых всех напря-жений	кабе-лей связи	тепловых сетей		каналов, тоннелей	наружных пневмому-соропро-водов
				низкого до 0,005 (0,05)	среднего св. 0,005 (0,05) до 0,3(3)	высокого				наружная стенка канала, тоннеля	оболочка бесканаль-ной прокладки		
						от 0,3(3) до 0,6(6)	от 0,6(6) до 1,2(12)						
Водопровод	Приме-чание 1	Приме-чание 2	1,5	1	1	1,5	2	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1
Канализация бытовая	Приме-чание 2	0,4	0,4	1	1,5	2	5	0,5	0,5	1	1	1	1
Канализация дождевая	1,5	0,4	0,4	1	1,5	2	5	0,5	0,5	1	1	1	1
Газопроводы давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):													
низкого до 0,005 (0,05)	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1	2	1
среднего свыше 0,005 (0,05) до 0,3 (3)	1	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1	2	1,5
высокого													
свыше 0,3 (3) до 0,6 (6)	1,5	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	1,5	2	2
свыше 0,6 (6) до 1,2 (12)	2	5	5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Кабели силовые всех напряжений	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2	0,1...0,5	0,5	2	2	2	1,5
Кабели связи	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	—	1	1	1	1
Тепловые сети:													
от наружной стенки канала, тоннеля	1,5	1	1	2	2	2	4	2	1	—	—	2	1
от оболочки бесканальной прокладки	1,5	1	1	1	1	1,5	2	2	1	—	—	2	1
Каналы, тоннели	1,5	1	1	2	2	2	4	2	1	2	2	—	1
Наружные пневмомусоропроводы	1	1	1	1	1,5	2	2	1,5	1	1	1	1	—

*Примечания.* 1. При параллельной прокладке нескольких линий водопровода расстояние между ними следует принимать в зависимости от технических и инженерно-геологических условий в соответствии с СП 31.13330.2012.

2. Расстояние от бытовой канализации до хозяйственно-питьевого водопровода следует принимать, м: до водопровода из железобетонных и асбестоцементных труб — 5; до водопровода из чугунных труб диаметром до 200 мм — 1,5, диаметром свыше 200 мм — 3; до водопровода из пластмассовых труб — 1,5. Расстояние между сетями канализации и производственного водопровода в зависимости от материала и диаметра труб, а также от номенклатуры и характеристики грунтов должно быть 1,5 м.

## Размещение инженерных сетей в плане относительно инженерных устройств и сооружений

Инженерные сети	Расстояние, м, по горизонтали (в свету) от подземных сетей до:								
	фундаментов зданий и сооружений	фундаментов ограждений предприятий, эстакад, опор контактной сети и связи, железных дорог	оси крайнего пути		бортового камня улицы, дороги (кромки проезжей части, укрепленной полосы обочины)	наружной бровки кювета или подошвы насыпи дороги	фундаментов опор воздушных линий электропередачи напряжением		
			железных дорог колеи 1520 мм, но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи и бровки выемки	железных дорог колеи 750 мм и трамвая			до 1 кВ наружного освещения, контакта, сети трамваев и троллейбусов	свыше 1 до 35 кВ	свыше 35 до 110 кВ и выше
Водопровод и напорная канализация	5	3	4	2,8	2	1	1	2	3
Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3	1,5	4	2,8	1,5	1	1	2	3
Дренаж	3	1	4	2,8	1,5	1	1	2	3
Сопутствующий дренаж	0,4	0,4	0,4	0	0,4	-	—	—	—
Газопроводы горючих газов давления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):									
низкого до 0,005 (0,05)	2	1	3,8	2,8	1,5	1	1	5	10
среднего свыше 0,005 (0,05) до 0,3 (3)	4	1	4,8	2,8	1,5	1	1	5	10
высокого свыше 0,3 (3) до 0,6 (6)	7	1	7,8	3,8	2,5	1	1	5	10
высокого свыше 0,6 (6) до 1,2 (12)	10	1	10,8	3,8	2,5	2	1	5	10
Тепловые сети:									
от наружной стенки канала, тоннеля	2	1,5	4	2,8	1,5	1	1	2	3
от оболочки бесканальной прокладки	5	1,5	4	2,8	1,5	1	1	2	3
Кабели силовые всех напряжений и кабели связи	0,6	0,5	3,2	2,8	1,5	1	0,5	5	10
Каналы, коммуникационные тоннели	2	1,5	4	2,8	1,5	1	1	2	3
Наружные пневмомусоропроводы	2	1	3,8	2,8	1,5	1	1	3	5

**Наименьшая глубина заложения подземных сетей, считая до верха труб**

Подземные сети	Глубина заложения сетей
Водопровод при диаметре труб, м: до 0,3 от 0,3 до 0,6 более 0,6	ниже глубины промерзания на 0,2 м выше глубины промерзания на 0,25 диаметра трубы выше глубины промерзания на 0,5 диаметра трубы
Канализация при диаметре труб, мм: до 500 более 500	выше глубины промерзания на 0,3 м выше глубины промерзания на 0,5 м, но не менее 0,7 м от планировочной отметки
Газопровод влажного и осушенного газа	ниже глубины промерзания в непучинистых грунтах в зоне проезжей части с усовершенствованными покрытиями 0,8 м то же, без усовершенствованных покрытий 0,9 м
Теплопровод: при прокладке в канале при бесканальной прокладке	0,5 м 0,7 м
Кабели: вне проездов при пересечении проездов	0,7 м 1 м

*Примечание.* Глубину заложения трубопроводов, не связанную с промерзанием грунта, следует устанавливать в необходимых случаях в зависимости от действующих динамических нагрузок.

Приведенные в табл. 1 расстояния между трубопроводами предусматривают расположение их в одном уровне (при высотной разнице в отметках не более 0,4 м). Если эта разница будет больше указанного предела, то расстояние между трубопроводами увеличивается в соответствии с углом естественного откоса грунта.

Расстояния в свету между различными подземными сетями при их пересечении должны быть не менее, м:

- 0,5 — между трубопроводами и кабелями, а также между кабелями сильного тока и кабелями связи;
- 0,15 — между трубопроводами различного назначения (за исключением канализационных сетей, пересекающих водопроводные сети, и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и дурно пахнущие жидкости);
- 0,15 — между двумя газопроводами или двумя водопроводами;
- 0,4 — между канализационными линиями и линиями хозяйственно-питьевого водопровода.

При пересечении по вертикали на расстояние менее 0,4 м или прокладке канализационных труб выше водопровода следует применять защитные меры: укладку водопроводов из стальных труб, канализации — из чугунных, а также прокладку водопроводных труб в защитном футляре длиной не менее 5 м в каждую сторону от пересечения в глинистых грунтах и 10 м — в фильтрующих.

При пересечении вновь проектируемого газопровода с любым дренажем или каналом теплопровода при сплошной канальной прокладке газопровод должен быть заключен на протяжении 2 м в каждую сторону от пересекаемого сооружения в футляр из стальной трубы.

В случае пересечения действующего газопровода с проектируемым дренажем последний необходимо уложить герметично на протяжении 5 м (т.е. без отверстий на дренажных трубах с герметичной заделкой стыков).

### **Раздельная прокладка коммуникаций**

Раздельная прокладка внутримикрорайонных коммуникаций допускается как исключение, когда невозможно совместить по направлению несколько коммуникаций в одной траншее. Во всех случаях проектирования и прокладки внутримикрорайонных подземных сетей должны быть выполнены следующие *общие требования*.

Водопроводную сеть необходимо проектировать кольцевой с трассировкой ее по свободным пространствам (зеленым зонам) или улицам, окружающим микрорайон. В зависимости от конфигурации и размеров микрорайона следует проектировать дополнительные внутримикрорайонные сети диаметром 150...200 мм с установкой на них пожарных гидрантов.

Для снабжения микрорайона водой необходимо от жилых и общественных зданий проектировать 2 ввода в ЦТП или в технические подполья ближайших зданий с установкой там водомеров. От водомеров разводящую водопроводную сеть к жилым домам и различным объектам следует прокладывать совместно с тепловыми и другими сетями микрорайона.

Сети канализации и водостоков проектируют самотечными, по возможности их прокладывают в общей траншее с учетом рельефа местности. Может быть предусмотрено несколько канализационных выпусков из сетей микрорайона в уличную сеть.

Водосточная сеть в микрорайоне должна быть минимальной, при проектировании необходимо учитывать использование свободного пробега воды. Число выпусков поверхностных вод в водоприемник (водосточный коллектор или водоем) от микрорайона должно быть также минимальным.

Газовую сеть следует проектировать низкого давления с устройством, как правило, одного газового *регуляторного пункта* (ГРП).

Теплоснабжение (в зависимости от местных условий) необходимо предусматривать от ТЭЦ или районной котельной.

При получении горячей воды извне, т.е. от ТЭЦ или районной котельной, по закрытой схеме в микрорайоне должен быть запроектирован ЦТП, куда подводят тепловую сеть от указанных источников.

Обеспечение микрорайона электроэнергией следует предусматривать от районной энергетической системы. Источником электроэнергии является районная электрическая подстанция, от которой проектируют высоковольтные электрические кабели напряжением 6...10 кВ к *трансформаторным подстанциям* (ТП), размещенным в микрорайоне. В зависимости от размера микрорайона определяется число ТП (от 4 до 8 шт.). Высоковольтные кабели от районной электроподстанции к ТП прокладывают в земле, а низковольтные — от ТП к жилым домам и другим потребителям — в общих коллекторах, технических подпольях и в земле.

Телефонные кабели от районных АТС до шкафов прокладывают в телефонной канализации, а далее к потребителю — в земле.

Радиофикацию осуществляют от районного радиузла по радиостойкам, устанавливаемым на крышах зданий.

### **3. РАСЧЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ И РАСХОДОВ**

Основой для расчета инженерных сетей является определение потребностей обеспечения жителей микрорайона водой, газом, теплом, электроэнергией и т.п., а также определение расходов водоотведения и коммунальной очистки. На основании полученных данных выполняют гидравлический расчет, по которому определяют требуемые диаметры и сечения трубопроводов.

#### **Водоснабжение**

Одним из основных условий городского инженерного благоустройства является создание сети водоснабжения. Водоснабжение городов и сельских поселений может осуществляться из поверхностных и подземных источников. Подземные воды бывают безнапорными (грунтовые воды) и напорными (артезианскими). *Безнапорные* воды располагаются в водоносных горизонтах и заполняют его не полностью, а имеют свободную поверхность. Водоносные горизонты, расположенные непосредственно у поверхности земли или в уровне соседних водоемов, называют грунтовыми. Такие воды характеризуются повышенным загрязнением и их необходимо очищать при использовании в целях водоснабжения. *Напорные* воды, наоборот, полностью заполняют водоносные горизонты и имеют своим сводом водоупор, при давлении которого на находящуюся в водоносном горизонте воду возникает напор. Артезианские воды, как правило, характеризуются относительно высоким качеством, не загрязнены и в большинстве случаев могут использоваться без очистки.

Безнапорные и напорные воды могут выходить на дневную поверхность (родники). Выход безнапорных вод называют *нисходящим* ключом, а выход напорных вод — *восходящим*. Ключевая вода отличается высоким качеством и также может использоваться для целей водоснабжения без очистки.

К поверхностным источникам водоснабжения относятся водохранилища, озера, реки. Морская вода может использоваться для промышленных целей. В приморских районах при отсутствии пресной воды для хозяйственно-питьевых целей может использоваться морская вода после опреснения. Однако это должно быть обосновано технико-экономическими соображениями.

При недостаточном количестве или загрязненности подземных вод для водоснабжения рекомендуется использовать воду из поверхностных источников. Перед использованием для хозяйственно-питьевого водоснабжения воду из поверхностных источников обычно очищают, а перед использованием для водоснабжения некоторых производств, не нуждающихся в высоком качестве воды, ее подвергают только простейшей очистке либо вообще не очищают.

При выборе источника водоснабжения следует учитывать качество воды, технико-экономические соображения и другие факторы. Все населенные пункты, имеющие сети канализации и городские очистные сооружения или имеющие местную канализацию, обязательно обеспечивают системами холодного и горячего водоснабжения. *Система водоснабжения* — комплекс инженерных сооружений для забора воды из источника, ее очистки, хранения, создания требуемого напора, транспортировки к месту потребления и распределения воды между потребителями.

Проектируемая система водоснабжения должна учитывать общее количество и тип потребителей, а также норму потребления воды, установленную для данной местности. Для различных видов потребителей устанавливаются свои нормы. Населению вода требуется для удовлетворения физиологических потребностей: приготовления пищи, поддержания гигиены, хозяйственно-бытовой деятельности. Норма потребления воды одним человеком в сутки колеблется в зависимости от степени благоустройства города. Для населения крупных городов, обеспеченного холодным и горячим водоснабжением, норма потребления воды на 1 человека может достигать 400 л/сут.

Еще одним потребителем воды являются промышленные предприятия, технологический процесс в каждом из которых связан с потреблением большого количества воды.

При проектировании городской системы водоснабжения обязательно должны быть учтены расходы воды на полив зеленых насаждений, пожаротушение и, в зависимости от климатических условий, на орошение городской территории.

Различают системы водоснабжения локальные и централизованные. Локальные — использующие собственные источники водоснабжения (подземные и поверхностные). Централизованные — один или несколько источников водоснабжения на населенный пункт.

При прокладке системы водопроводов необходимо предусмотреть обеспечение температурного режима воды — вода не должна чрезмерно нагреваться, охлаждаться и уж тем более замерзать. Чтобы предотвратить промерзание или переохлаждение водопроводных труб, глубина их заложения, считая до низа, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта для данной местности. Для предотвращения нагревания воды в теплый период года глубину заложения водопровода принимают не менее 0,5 м, считая до верха труб.

Водопроводные сети проектируют *кольцевыми*, и в очень редких случаях возможна прокладка *тупиковых* веток, так как они не удобны для ремонта и эксплуатации.

Диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, для городских районов составляет не менее 100 и не более 1000 мм. В водопроводной сети поддерживается свободный напор не менее 10 м вод. ст., что обеспечивает возможность использовать водопроводную сеть для тушения пожаров. Для этой цели на всей протяженности водопроводной сети через 150 м устанавливают специальные устройства для подключения пожарных шлангов — гидрантов.

Благодаря свободному напору в водопроводной сети не менее 10 м вод. ст. здания небольшой этажности обеспечиваются водой без дополнительного насоса. В зданиях повышенной этажности создается дополнительный напор местными насосами.

Для удобства эксплуатации и ремонта предусматривают установку различной арматуры, которую располагают на водопроводных сетях в смотровых колодцах. Их выполняют из сборного железобетона или из местных материалов. При расположении уровня грунтовых

вод выше дна колодца предусматривают гидроизоляцию дна и стен колодца на 0,5 м выше уровня грунтовых вод.

Водопроводные трубы для полива, заполнения открытых бассейнов, функционирования фонтанов действуют только летом, поэтому их разрешается прокладывать на глубине 0,5 м.

Горячее водоснабжение устраивают в городах с высоким уровнем благоустройства. Горячей водой здания снабжают квартальные системы централизованного горячего водоснабжения от отдельно стоящих ЦТП, которые, как правило, располагают в центре обслуживаемого участка. Тепловую мощность ЦТП выбирают с учетом перспективного строительства.

Сеть горячего водоснабжения рассчитывают при централизованной системе водоснабжения на 2 режима работы: режим водоразбора горячей воды в часы максимального водопотребления; режим циркуляции воды в часы минимального водоразбора.

Наружные сети горячего водоснабжения прокладывают в отдельных каналах или бесканальным способом (непосредственно в грунте), или в каналах совместно с тепловыми сетями.

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды определяют на основании удельного водопотребления, л/(сут·чел), которое зависит от различных факторов. Анализ реального водопотребления и его динамики показывает, что наибольшее влияние на удельное водопотребление оказывает санитарно-техническое оборудование зданий. При этом средние расходы в течение года остаются достаточно стабильными (табл. 4).

Таблица 4

#### Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя, среднесуточное (за год), л/сут
Застройка зданиями с водопользованием из водоразборных колонок	30...50
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
без ванн	125...160
с ваннами и местными водонагревателями	160...230
с централизованным горячим водоснабжением	230...350

#### Расчет максимального водопотребления микрорайона

При выполнении курсовой работы необходимо произвести следующие расчеты.

Максимальный расчетный расход воды, л/с, в микрорайоне определяется по формуле

$$Q_{\text{вод}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

где  $Q_1$  — расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения микрорайона;

$Q_2$  — неучтенные расходы;

$Q_3$  — расход воды на мойку и чистку проезжих частей улиц и тротуаров, территорий микрорайона;

$Q_4$  — расход воды на полив зеленых насаждений;

$Q_5$  — расход воды на пожаротушение.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, л/с:

$$Q_1 = \frac{N \cdot n_1 \cdot k_{\text{сут}} \cdot k_q}{24 \cdot 3600},$$

где  $N$  — численность жителей микрорайона, чел.;

$n_1$  — норма расхода горячей и холодной воды на 1 чел., л/с;

$k_{сут}, k_{ч}$  — коэффициенты соответственно суточной и часовой неравномерности,  
 $k_{сут} = 1,2, k_{ч} = 1,4$ .

*Неучтенный расход:*

$$Q_2 = 0,1 \cdot Q_1,$$

т.е. 10 % от расхода на хозяйственно-питьевые нужды населения.

*Расход воды на мойку проездов и территории микрорайона, л/с:*

$$Q_3 = \frac{F_3 \cdot n_3}{t_3 \cdot 3600},$$

где  $F_3$  — площадь проезжей части и тротуаров, м<sup>2</sup>;

$n_3$  — норма расхода воды на одну поливку,  $n_3 = 0,4$  л/м<sup>2</sup>;

$t_3$  — средняя продолжительность одной поливки,  $t_3 = 3$  ч.

*Расход воды на полив зеленых насаждений, л/с:*

$$Q_4 = \frac{F_4 \cdot n_4}{t_4 \cdot 3600},$$

где  $F_4$  — площадь зеленых насаждений улиц и территорий микрорайона, м<sup>2</sup>;

$n_4$  — норма расхода воды на одну поливку,  $n_4 = 0,4$  л/м<sup>2</sup>;

$t_4$  — средняя продолжительность одной поливки,  $t_4 = 8$  ч.

*Расход воды на пожаротушение, л/с:*

$$Q_5 = \Pi \cdot n_5,$$

где  $\Pi$  — количество одновременных пожаров для микрорайона с населением до 25 тыс. чел.,  
 $\Pi = 1$ ;

$n_5$  — норма расхода воды на один пожар,  $n_5 = 15$  л/с.

## Водоотведение

*Водоотведение* — комплекс инженерных сооружений и устройств, служащий для приема и удаления сточных вод за пределы населенных пунктов и промышленных предприятий, а также для их очистки и обеззараживания. Его задача — удаление воды, жидких отходов, образующихся в результате хозяйственно-бытовой деятельности населения городов и поселков, а также работы промышленных предприятий. Вместе с поверхностными водами (поливочными, атмосферными, грунтовыми), оказавшимися на поверхности городских и поселковых территорий, жидкие отходы представляют собой загрязненную жидкость и называются *сточными водами*, в которых присутствуют химические, биологические и органические составляющие. Сточные воды необходимо удалять, очищать, дезинфицировать и направлять в ближайшие водоемы через канализационную систему и водостоки.

Сточные воды подразделяют на следующие категории: бытовые или хозяйственно-бытовые (из домов, производственных зданий, образующиеся в результате жизнедеятельности людей); производственные (из промышленных предприятий, образующиеся в результате технологических процессов); атмосферные (с территорий города, крыш домов, дождевые воды, талые воды).

Системы водоотведения зависят от состава сточных вод. Степень загрязнения характеризуется количеством загрязнения в единице объема. Концентрация загрязнений зависит от нормы потребления воды в населенном пункте, характера производства места сбора осадочных вод, их количества. Система канализации сточных вод обеспечивает прием, транспортировку, очистку, обеззараживание и отведение в водоем.



В зависимости от того, какие категории сточных вод отводит канализационная сеть, различают общесплавную, раздельную, полураздельную и комбинированную системы канализации.

*Общесплавная* система канализации — система, в которой сточные воды всех категорий (бытовые, производственные и атмосферные) отводятся за пределы населенных мест одной сетью водоотведения. Так как такая система должна в период дождя отводить большие расходы, то коллекторы общесплавной канализации имеют большие сечения и большую стоимость.

Для уменьшения диаметров труб сети, объемов очистных сооружений и мощности насосных станций на главных коллекторах предусматривают камеры с ливнеспусками и ливнеотводами, через которые часть дождевых вод в смеси с другими сточными водами сбрасывается без очистки в водоемы во время сильных (интенсивных) дождей. При устройстве общесплавной системы водоотведения все сточные воды в сухую погоду и часть их в период дождей поступают на очистные сооружения и после требуемой очистки выпускаются в водоем.

Общесплавные системы водоотведения можно применять в тех случаях, когда будут предусмотрены очистка и обеззараживание смеси сточных вод, отводимых на сброс в водоемы через ливнеспуски.

*Раздельная* система водоотведения может быть полной и неполной. При *полной* раздельной системе прокладываются 2 самостоятельные сети труб и каналов, из которых *первая* — производственно-бытовая, или бытовая служит для отведения бытовых и загрязненных производственных сточных вод, а *вторая* — дождевая — для отведения дождевых и условно чистых производственных вод. По бытовой сети сточные воды поступают на очистные сооружения, расположенные ниже города по течению реки. Дождевые воды по другой сети отводятся по кратчайшему расстоянию в ближайшие водные потоки. В дождевую сеть могут отводиться условно чистые производственные сточные воды.

При раздельной системе бытовая сеть, которую строят в первую очередь, имеет диаметр труб и размеры каналов значительно меньше, чем дождевая. Обычно расчетные расходы дождевых вод превышают расходы бытовых в несколько раз. В том случае, когда при раздельной системе устраивают только бытовую сеть, а дождевые воды отводятся по открытым лоткам и каналам, систему называют *неполной раздельной*.

*Полураздельная* система водоотведения предусматривает строительство двух раздельных сетей (производственно-бытовой и дождевой) и перехватывающего общесплавного коллектора, по которому отводятся на очистку все бытовые, производственные и наиболее загрязненная часть дождевых вод.

В местах пересечения дождевой сети с перехватывающим общесплавным коллектором устраивают разделительные камеры, в которых регулируется отведение дождевых вод на сброс в водоемы и на очистку. По конструкции разделительные камеры могут быть аналогичны ливнеспускам общесплавной системы канализации.

Для повышения санитарных показателей полной раздельной системы водоотведения может предусматриваться локальная очистка дождевых вод на выпусках в водоемы или реконструкция этой системы в полураздельную.

*Комбинированная* система канализации допускает устройство в отдельных районах города различных систем канализации.

В санитарном отношении наиболее современна полураздельная система, так как в этом случае загрязненные сточные воды всех категорий удаляются за пределы населенного места и подвергаются очистке. Однако такая система очень дорога, так как требует строительства двух сетей и специальных камер, поэтому широкого распространения она не получила.

Более распространена раздельная система канализации. Она удовлетворительна в санитарном отношении. Ее экономические преимущества состоят в том, что в первую очередь

можно строить бытовую сеть, трубы и каналы которой имеют небольшие диаметры, и, следовательно, первоначальные затраты в период строительства будут снижены. Только по мере благоустройства территории объекта прокладывают подземную дождевую сеть. До этого момента дождевые воды отводятся так же, как и при неполной раздельной канализации, т.е. поверхностным стоком по лоткам и кюветам.

Наружная канализация состоит из подземных трубопроводов, по которым из домов самотеком отводятся воды к насосным станциям. Внутриквартальная сеть присоединяется к уличной. В местах соединения сооружают контрольные колодцы, располагаемые у красных линий улиц. Канализуемая территория города разбивается на отдельные бассейны по границе водоразделов. Уличная канализация объединяется в пределах одного бассейна и направляется в главный коллектор. В пониженных участках коллекторов устраивают насосные станции для подъема сточных вод и обеспечения дальнейшего самотечного их сплавания (напорный коллектор). Коллекторы большого диаметра называются *каналами*.

Канализационные сети проектируют на основании генплана. По абсолютным горизонталям находят на рельефе местности границы бассейнов канализования по водоразделам и направления укладки главных коллекторов с естественным уклоном. Затем проектируют присоединения к ним и внутриквартальные сети. Схемы канализования выбирают в зависимости от условий рельефа: перпендикулярная, пересеченная, параллельная, зонная (поясная), радиальная.

Диаметры канализационных труб системы зависят от количества сточных вод, которое определяется степенью благоустройства, т.е. нормой водопотребления и наличием горячего водоснабжения. Так, норма расхода сточной воды на одного человека при централизованном горячем водоснабжении и наличии ванны может достигать 400 л/сут, а при газонагревательных установках — 300 л/сут.

### **Гидравлический расчет канализационных сетей**

Расчет элементов системы водоотведения основан на расчетных расходах, которые определяются в соответствии с нормами водоотведения. Нормы водоотведения для населенных мест принимают равными нормам водопотребления в пределах от 125 до 350 л/сут на одного жителя в зависимости от степени благоустройства зданий. В данные нормы входят все виды потребления воды в городе (в том числе расход воды на бани, прачечные, больницы и пр.) за исключением расходов воды промышленными предприятиями и на поливку улиц, площадей и зеленых насаждений. На протяжении года нормируются средние за сутки расходы стоков на одного жителя.

Гидравлический расчет сети проводят на максимальный секунднй расход, который может протекать по участку. Расход по участку сети складывается: из расхода, который поступает в него от зданий, присоединенных непосредственно к этому участку (путевой расход); из расхода, приходящего в начало участка от боковых присоединений в начальном колодце (боковой расход); из расхода, поступающего в рассматриваемый участок из вышерасположенных участков (транзитный расход).

Для определения этих расходов обычно используется табличный метод.

Чтобы определить полные расчетные расходы, необходимо также учесть сосредоточенные расходы от промышленных предприятий, которые определяют исходя из норм водоотведения на хозяйственно-бытовые, душевые и производственные нужды.

Расчет сети производят после ее трассировки, которую выполняют с учетом рельефа местности и характера застройки города. После трассировки сети намечают расчетные участки (обычно по длине квартала) и производят разбивку территории на площади, тяготеющие к ним. С этих площадей будут поступать сточные воды непосредственно на соответ-

ствующие расчетные участки (путевой расход). Для определения этих расходов составляют ведомость средних расходов с площадей стока в форме таблицы.

По величине расчетного расхода назначают диаметр и уклон трубопровода с учетом допустимого наполнения и скорости, а потом определяют глубины заложения сети в начале и конце каждого расчетного участка. Обычно расчет ведут в табличной форме. Глубину заложения уличной канализационной сети допускается принимать меньше глубины промерзания на 0,3 м при диаметрах до 500 мм и на 0,5 м при больших диаметрах трубопроводов. По результатам гидравлического расчета строят продольные профили сети.

Для защиты зданий и городов от затопления устраивают дождевую (ливневую) канализацию в виде лотков и кюветов для поверхностного отвода дождевых вод либо в виде закрытой (подземной) сети. Наружные водостоки состоят из сети труб, смотровых колодцев и дождеприемников. Дождевую сеть трассируют с учетом рельефа местности так, чтобы отвести дождевые воды в водоем кратчайшим путем. Вода поступает в дождевую сеть через дождеприемники, которые размещаются в лотках проезжей части на расстоянии, зависящем от уклона местности, с таким расчетом, чтобы ширина потока в лотке перед решеткой не превышала 2 м. Их также размещают в пониженных местах улиц, на перекрестках и пешеходных переходах со стороны притока дождевых вод.

Расчет дождевой сети производят исходя из расчетного расхода на участке, который зависит от интенсивности, продолжительности и повторяемости дождя.

Интенсивность дождя  $i_g$ , мм/мин, по слою осадков вычисляют по формуле

$$i_g = \frac{h}{t},$$

где  $h$  — слой выпавших осадков, мм;

$t$  — продолжительность выпадения осадков, мин.

Если необходимо выразить интенсивность дождя по объему (л/с с 1 га) через интенсивность по слою, пересчет ведут по формуле

$$q = 166,7 \cdot i_g.$$

*Повторяемость дождя* — период времени, в течение которого дождь определенной продолжительности и интенсивности выпадает (повторяется) один раз. Расчетная повторяемость дождя  $P_g$  колеблется обычно от 0,5 до 5 лет.

Интенсивность дождя является переменной величиной, зависящей от его продолжительности. При расчете дождевой канализации по методу предельных интенсивностей считают, что продолжительность дождя должна соответствовать времени протекания воды от наиболее удаленной точки сети до расчетного сечения. Следовательно, каждый участок дождевой сети рассчитывают на дождь соответствующей интенсивности.

Расчетная продолжительность дождя включает: время поверхностной концентрации дождя  $t_k$ ; время, необходимое для добегающих первых потоков воды от наиболее удаленной границы участка до уличного лотка (принимается в пределах от трех до семи мин); время протекания воды по уличному лотку  $t_l$  до начала расчетного участка (ориентировочно 2...3 мин); время протекания воды по дождевой сети от верховой точки до расчетного сечения  $t_c$  (определяется исходя из длины сети и скорости течения воды на расчетных участках).

Суммарное время протекания воды до расчетного сечения составит

$$t = t_{пр} = t_k + t_l + t_c.$$

В старых городах использовалась общесплавная система канализации. В период больших дождей дождевые воды в смеси со сточными городскими водами сбрасываются в водоем через специальные камеры-ливнеспуски, откуда по ливнеотводам они поступают в водоем. Для этого в камере ливнеспуска устраивают водослив.

Общесплавную канализационную сеть рассчитывают на полное заполнение при пропуске общего (суммарного) расхода сточных вод:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{быт}} + Q_{\text{пром}} + Q_{\text{д}},$$

где  $Q_{\text{быт}}$  — расход бытовых стоков;

$Q_{\text{пром}}$  — расход промышленных стоков;

$Q_{\text{д}}$  — расход дождевых стоков.

Сети полураздельной системы канализации (кроме перехватывающего общесплавного коллектора) рассчитывают аналогично бытовым и дождевым сетям полной раздельной системы.

Предельный расход дождевых вод  $Q_{\text{пред}}$ , поступающих через разделительные камеры в общесплавной коллектор, определяют так же, как и в общесплавной канализации при  $P_g = 0,05 \dots 0,1$  года.

Расход, сбрасываемый в водоем, составляет

$$Q_{\text{сбр}} = Q_{\text{д}} - Q_{\text{пред}},$$

где  $Q_{\text{д}}$  — расход дождевых вод перед камерой (при  $P_g \geq 0,33$  года);

$Q_{\text{пред}}$  — предельный расход дождевых вод (при  $P_g = 0,05 \dots 0,1$  года).

Общесплавной коллектор полураздельной системы канализации рассчитывают на пропуск бытовых, производственных и предельного расхода дождевых вод при полном заполнении трубопровода ( $h/D = 1$ ) и проверяют на пропуск расхода в сухую погоду с незаиливающими скоростями.

## Теплоснабжение

Теплоснабжение поселений может осуществляться двумя способами: централизованное теплоснабжение (получение тепловой энергии от теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), местных котельных), и децентрализованное теплоснабжение (получение энергии от местных источников тепла).

*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 °С и выше, пар (низкого и высокого давлений) и воздух. Водяные системы используют в жилых домах, паровые — на промышленных предприятиях, воздушные — в общественных зданиях.

Мощность источника тепла выбирают по укрупненным показателям — 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.

Для транспортировки тепла к потребителям используют трубопроводы — тепловые сети, которые могут передавать тепло с помощью воды и пара, их соответственно называют *водяными* и *паровыми*. Во избежание больших теплопотерь они должны быть теплоизолированными.

Различают транзитные, магистральные, распределительные и кольцевые трубопроводные сети.

Схемы тепловых сетей в плане могут быть двух видов: *радиальная* схема представляет собой тупиковые ответвления ко всем объектам. В случае аварии эти объекты оказываются отключенными; *кольцевая* схема более надежна и бесперебойна в работе, все ветки мелких ответвлений в ней объединены в общий контур.

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 ЦТП или 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 — часть воды непосредственно из системы разбирается на нужды горячего водоснабжения.

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. Качество горячей воды невысокое. В закрытых сетях вода теплосети полностью возвращается к тепловому источнику, нагревая водопроводную воду для горячего водоснабжения в теплообменных аппаратах. В этом случае качество горячей воды высокое.

Тепловые сети прокладывают над землей и под землей. Надземная прокладка дешевле, но часто недопустима по эстетическим соображениям. Подземная прокладка наиболее распространена.

Различают канальную и бесканальную прокладки трубопроводов. *Канальная* прокладка трубопроводов дороже, но надежнее, так как стенки канала защищают трубы от случайных воздействий, блуждающих токов и т.д. По конструкции они бывают проходные (высотой 2 м), полупроходные (высотой 1,4 м) и непроходные. *Бесканальная* прокладка теплопроводов — простой и дешевый способ заложения, поэтому он наиболее распространен, особенно при реконструкции и в малоэтажной застройке. Трубы укладывают прямо в грунт. Но этот способ имеет большие недостатки: коррозия, трудоемкость ремонта, отсутствие периодического надзора. Частично их преодолевают, защищая трубы от внешних воздействий грунта изоляционным материалом: цементной коркой и гидроизоляцией.

Прокладка в непроходных каналах — наиболее удобный способ прокладки теплопроводов, 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 проходных коллекторах теплосети могут размещаться совместно с водопроводами диаметром до 300 мм, кабелями связи, силовыми кабелями напряжением до 10 кВ, а 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 последний 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. Ремонт таких сетей упрощается.

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

## Горячее водоснабжение

Система горячего водоснабжения обеспечивается либо от отдельного источника теплоты, располагающегося у водозабора (децентрализованная), либо от тепловых сетей (централизованная). Сети горячего водоснабжения различают по способу размещения разводящих магистралей — с верхней и с нижней разводками, по трассировке — тупиковые и с циркуляционным трубопроводом.

Децентрализованное горячее водоснабжение предполагает использование газовых, электрических водонагревателей и водогрейных котлов на твердом топливе и газе.

Централизованное горячее водоснабжение регламентируется условиями СНиП 41-02-2003, СП 30.13330.2010 и ГОСТ 2874-82. В открытых системах температура водогрейных приборов должна быть не ниже 60 °С, в закрытых — не ниже 50 °С.

### Расчет систем теплоснабжения

Потребность в обеспечении теплом микрорайона складывается из расхода тепла на: отопление жилых, общественных и коммунально-бытовых зданий; бытовое горячее водоснабжение в жилых зданиях; вентиляцию общественных и коммунально-бытовых зданий.

Расход тепла, ккал/ч, на отопление жилых, общественных и коммунально-бытовых зданий производят по формуле

$$Q_{от} = W_0 \cdot q_0 (t_{вн} - t_{н.о}),$$

где  $W_0$  — суммарный объем отапливаемых жилых, общественных и коммунально-бытовых зданий по наружному обмеру, м<sup>3</sup> (высота зданий принимается ориентировочно в зависимости от этажности зданий);

$q_0$  — удельная тепловая характеристика жилых и общественных отапливаемых зданий, ккал/м<sup>3</sup>·ч·°С, принимается при наружной отопительной температуре  $t_{н.о} = -30$  °С в зависимости от этажности зданий: более 5 этажей —  $q_0 = 0,3 \dots 0,4$  ккал/м<sup>3</sup>·ч·°С (при расчетной температуре наружного воздуха, отличной от указанной, вводится коэффициент 0,9...1,2; в случае отсутствия сведений об этажности общественных зданий  $q_0 = 0,4$  ккал/м<sup>3</sup>·ч·°С);

$t_{вн}$  — расчетная температура воздуха внутри отапливаемых зданий, °С;  $t_{вн} = 18$  °С — для жилых зданий, общежитий, административных зданий;  $t_{вн} = 20$  °С — для детских садов, яслей, поликлиник, больниц;

$t_{н.о}$  — расчетная отопительная температура наружного воздуха самой холодной пятидневки, °С; зависит от климатического пояса и определяется по СНиПу.

### Основы гидравлического расчета теплосети

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и потерь давления по длине при известных расходах теплоносителя и заданном располагаемом давлении на вводе в микрорайон, а также увязка потерь давления по ответвлениям.

При движении теплоносителя по трубам потери давления  $\Delta P$ , Па, складываются из потерь давления на трение (линейных потерь)  $\Delta P_{л}$  и потерь давления в местных сопротивлениях  $\Delta P_{м}$ , Па:

$$\Delta P = \Delta P_{л} + \Delta P_{м},$$

где  $P_{л}$  — линейные потери давления, Па,

$$\Delta P_{л} = R \cdot l,$$

здесь  $R$  — удельные потери давления на трение, Па/м;

$l$  — длина участка трубопровода, м.

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$\Delta P_M = (\Sigma \xi \cdot \rho \cdot v^2) / 2,$$

где  $\Sigma \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке трубопровода;

$\rho$  — плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  — скорость движения теплоносителя, м/с.

Потери давления в местных сопротивлениях можно заменить эквивалентными гидравлическими потерями по длине. Длина прямолинейного трубопровода, линейные потери на котором численно равны потерям давления в местных сопротивлениях, называется *эквивалентной длиной местных сопротивлений*  $l_3$ , м, и определяется по формуле

$$l_3 = \sum \xi \frac{d}{\lambda},$$

где  $d$  — внутренний диаметр трубопровода, м;

$\lambda$  — коэффициент гидравлического трения.

С учетом предыдущих формул суммарные потери давления в трубопроводе, Па, можно выразить формулой

$$\Delta P = \Delta P_{л} + \Delta P_M = R \cdot l + R \cdot l_3 = R (l + l_3) = R \cdot l_{пр},$$

где  $l$  — приведенная длина участка трубопровода, м,  $l_{пр} = l + l_3$ .

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений на трубопроводах эквивалентную длину местных сопротивлений  $l_3$ , м, допускается определять по формуле

$$l_3 = \alpha \cdot l,$$

где  $\alpha$  — коэффициент местных потерь. Для тепловых сетей при диаметре до 400 мм принимаем  $\alpha = 0,3$ .

### Расчет бытового горячего водоснабжения

Расход тепла на бытовое горячее водоснабжение, ккал/ч, в жилых зданиях определяют по формуле

$$Q_{г.в} = \frac{N \cdot a \cdot k_{ч} (t_{г} - t_{х}) \text{ } ^\circ\text{C}}{24},$$

где  $N$  — количество жителей микрорайона, чел.;

$a$  — норма расхода горячей воды на 1 человека, л; принимается по СНиПу обычно 100 л/сут;

$k_{ч}$  — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды; принимается в зависимости от количества жителей в здании или группе зданий, например:  $k_{ч} = 2,3$  (на 1 тыс. чел.),  $k_{ч} = 2,0$  (на 6 тыс. чел.);

$t_{г}$  — температура горячей воды,  $t_{г} = 65 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$t_{х}$  — температура холодной воды,  $t_{х} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

### Расход тепла на вентиляцию

Расход тепла на вентиляцию общественных и коммунальных зданий, ккал/ч, определяют по формуле

$$Q_{в} = W_{в} \cdot q_{в} (t_{вн} - t_{н.в}),$$

где  $W_{в}$  — объем общественных и коммунально-бытовых зданий, м<sup>3</sup>;

$q_{в}$  — удельная вентиляционная характеристика зданий, ккал/м<sup>3</sup>·ч·°C (принимается 0,2 для административных зданий, клубов; 0,1 — для школ, детских садов, яслей, магазинов);

$t_{вн}$  — расчетная температура воздуха в здании, °C;

$t_{н.в}$  — температура наружного воздуха, принимаемая при проектировании системы вентиляции, °C.

Расход тепла на нужды отопления, горячего водоснабжения и вентиляции по зданиям микрорайона заносят в табл. 5 и определяют суммарные потребности в тепле.

Таблица 5

Таблица расходов тепла

№ п/п	Наименование здания	Площадь, м <sup>2</sup>	Этажность	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Население, чел.	Удельная тепловая характеристика здания, ккал/м <sup>3</sup>		Расчетная температура внутреннего воздуха	Расчетная температура наружного воздуха, °С		Расход тепла, ккал/ч			
						Отопление	Вентиляция		Отопление	Вентиляция	на отопление	на горячее водоснабжение	на вентиляцию	

### Газоснабжение

Современные города требуют больших затрат топлива на бытовые и промышленные нужды. По сравнению с твердым газообразное топливо имеет ряд преимуществ: улучшает санитарно-гигиеническое состояние городов (отсутствие выброса в атмосферу угольной пыли, золы и вредных сернистых газов); облегчает труд человека в быту и на производстве; освобождает внутригородской транспорт от перевозок топлива и территорию города от складов топлива и отвалов золы и шлака.

Газообразное топливо можно транспортировать по трубам на большие расстояния и централизованно распределять по территории города. Применение газа облегчает автоматизацию тепловых производственных процессов и сокращает численность обслуживающего персонала, позволяет осуществить экономически эффективные технологические процессы.

Газовое хозяйство населенных мест состоит из следующих основных сооружений: *газораспределительных станций* (ГРС) (природный газ) или газовых заводов (искусственный газ); газгольдерных станций; наружных распределительных газопроводов различного давления; *газорегуляторных пунктов* (ГРП); ответвлений; вводов на объекты, использующие газ; внутренних газопроводов; приборов потребления газа.

В зависимости от максимального рабочего давления газа газопроводы бывают: низкого давления — с давлением газа не более 5 кПа; среднего давления — с давлением газа от 5 кПа до 0,3 МПа; высокого давления: I категории с давлением газа более 0,6 до 1,2 МПа, II категории с давлением газа от 0,3 до 0,6 МПа.

Газопроводы *низкого* давления предназначены для подачи газа к газовым приборам жилых и общественных зданий и для газовых приборов низкого давления промышленных и коммунально-бытовых предприятий.

Газопроводы *среднего* и *высокого* (II категории) давлений используют для питания распределительных газопроводов низкого и среднего давлений (через ГРП), а также промышленных и коммунально-бытовых предприятий (через местные газорегуляторные установки).

Газопроводы *высокого* давления (с давлением газа более 0,6 МПа) предназначены для подачи газа к городским ГРП, местным ГРП крупных предприятий, а также к предприятиям, технологические процессы которых требуют применения газа высокого давления.

По начертанию в плане системы распределения газа делятся на *тупиковые*, *кольцевые* и *смешанные*.

По числу ступеней давления в газовых сетях системы газоснабжения подразделяются на одно-, двух-, трех- и многоступенчатые.



Необходимость совместного применения нескольких ступеней давления газа в городах возникает из-за большой протяженности городских газопроводов, несущих большие газовые нагрузки, наличия потребителей, которые требуют различных давлений, из-за условий эксплуатации и др.

Газопроводы жилого дома присоединяют к внутриквартальным газопроводам низкого давления на расстоянии 6 м от здания.

Газопроводы высокого давления трассируют по окраине населенного пункта или по районам с малой плотностью населения, а газопроводы среднего или низкого давлений — по всем улицам, причем газопроводы больших диаметров по возможности следует прокладывать по улицам с неинтенсивным движением.

В населенных местах газ расходуется жителями, коммунально-бытовыми предприятиями и учреждениями, автотранспортом, промышленностью и теплоэлектростанциями. Кроме того, он используется для отопления зданий.

Средние нормы расхода газа на различные нужды определяют по СНиП. Для жилых зданий с газовыми плитами и центральным горячим водоснабжением на 1 человека в год требуется 2800 МДж (660 тыс. ккал).

Как населением, так и промышленностью газ потребляется неравномерно. Особенно неравномерно газ расходуется на нужды отопления, а в летнее время его расход на эти нужды прекращается вообще. Неравномерность потребления газа в отопительный период находится в прямой зависимости от температуры наружного воздуха.

В течение суток меняется расход газа и на бытовые нужды. Промышленные предприятия с непрерывным технологическим процессом потребляют газ более равномерно.

При расчете газопроводов низкого давления, прокладываемых в условиях резко выраженного переменного рельефа местности, следует определять гидростатический напор,  $H_d$  (Па), т.е. изменение давления газа при изменении высоты положений газопроводов, по формуле

$$H_d = \pm 9,81 \cdot h (\rho_v - \rho_r),$$

где  $h$  — разность геодезических отметок, м;

$\rho_v$  и  $\rho_r$  — плотность соответственно воздуха и газа при 0 °С и 0,10132 МПа, г/м<sup>3</sup>.

Расчетные потери давления в газопроводах высокого и среднего давлений следует принимать в пределах давления, принятого для данного газопровода, а в распределительных газопроводах низкого давления — не более 1800 Па, в том числе в уличных и внутриквартальных сетях не более 1200, а в дворовых и внутренних — 600 Па. Гидравлический расчет кольцевой газовой сети аналогичен расчету водопроводной сети. Суть расчета сводится к такому распределению расходов по участкам газовой сети, при котором в каждом узле соблюдается условие  $\sum Q_{\text{узел}} = 0$ , а в каждом кольце  $\sum h_k = 0$ . Отличие данного расчета от расчета водопроводной сети состоит в том, что показатель степени при расчете потерь напора для газопроводов низкого давления принимают  $\alpha = 1,75$  (область гидравлически гладких труб при турбулентном режиме движения):

$$\sum P_i = S_i \cdot Q_i^\alpha \quad \text{и} \quad \sum P_i = P_{ni} - P_{ki},$$

где  $S_i$  — площадь поперечного сечения трубы;

$\alpha$  — безразмерный коэффициент (степень);

«н» и «к» — индексы, относящиеся к началу и концу участка по движению газа.

Для газопроводов высокого и среднего давлений  $\alpha = 2$  (квадратичная область турбулентного движения).

Потери давления газа на местные сопротивления обычно принимают в пределах 5...10 % от потерь по длине сети.

Диаметры и протяженность газовых сетей в значительной степени зависят от количества и расположения ГРС. При выборе количества и мест размещения ГРС и ГРП необходимо учитывать поддержание заданного режима работы газовых сетей, возможности дублирования одного сооружения другим при аварии и соблюдения оптимального расстояния до наиболее удаленных точек, питаемых данным сооружением. Для приближенных расчетов рекомендуется принимать расстояние между ГРС по внешнему кольцу сети в пределах 10...15 км, если на каждый километр длины кольца в среднем приходится 50...100 тыс. м<sup>3</sup> расхода газа в 1 сут, радиус действия ГРП 500...1000 м и пропускную способность одного ГРП 500...5000 м<sup>3</sup>/ч.

Для прокладки газовых сетей различного назначения используют стальные (бесшовные и сварные) и пластмассовые (полиэтиленовые и винилпластовые) трубы.

Выбор *стальных* труб для конкретных условий трассировки газопроводов должен производиться в соответствии с «Инструкцией по применению стальных труб для строительства систем газоснабжения».

Диаметр и толщину стенок газопроводов определяют расчетом. Однако независимо от расчета толщина стенок надземного газопровода должна быть не менее 2 мм, а подземного — 3 мм. Минимальный диаметр подземных газопроводов: для распределительных сетей — 50 мм, для ответвлений к потребителям — 25 мм.

Стальные газопроводы, прокладываемые в земле, соединяют сваркой. Резьбовые соединения труб и арматуры при подземных прокладках газопроводов не допускаются. Фланцевые соединения допускаются только в колодцах, в местах установки арматуры с фланцами, а также при установке компенсаторов и других деталей.

Достоинством *пластмассовых* труб являются высокая коррозионная стойкость, небольшая масса, а также легкость обработки. Для подземных газопроводов используют главным образом полиэтиленовые (наружным диаметром до 630 мм) и винилпластовые (диаметром до 150 мм) трубы. К недостаткам пластмассовых труб следует отнести высокий коэффициент линейного расширения и ограниченность температурных пределов, в которых они могут работать: полиэтиленовые — от -60 до +40 °С, винилпластовые — от 0 до +45 °С.

Для управления работой сети и обеспечения ее нормальной функции на ней устанавливают запорно-регулирующую арматуру, конденсатосборники, гидравлические затворы, компенсаторы. При монтаже газовой сети используют также соответствующие стальные фасонные части (отводы, колена, тройники, крестовины, переходы и т.п.).

Для прекращения подачи или изменения расхода потока газа в трубопроводе на магистральных сетях высокого и среднего давлений устанавливают задвижки. На распределительных газопроводах низкого давления (включая ответвления и вводы) устанавливают задвижки, краны и гидравлические затворы. Задвижки могут устанавливаться в колодцах или непосредственно в земле. В целях защиты от внешнего воздействия концов трубок для удаления конденсата устраивают металлические коверы на кирпичном, бетонном или ином твердом основании.

Колебания температуры грунта вызывают изменение напряжений в газопроводах и арматуре, на них установленной. С целью снижения напряжений, а также для удобства демонстрации и последующей установки задвижек применяют компенсаторы. При подземных прокладках газопроводов наибольшее распространение получили линзовые компенсаторы, которые устанавливают в колодцах, как правило, совместно с задвижками или без них. Кроме того, применяют сальниковые, П-образные и лирообразные компенсаторы.

Газовые сети обычно прокладывают в земле. На территориях промышленных и коммунально-бытовых предприятий возможно применение надземной прокладки по стенам и крышам зданий, по колоннам и эстакадам. Допускается надземная прокладка внутриквартальных (дворовых) газопроводов на опорах и по фасадам зданий.

Разрешается прокладывать два и более газопроводов в одной траншее, но в этом случае расстояния между газопроводами в свету следует назначать из условий удобства монтажа и ремонта трубопроводов ( $\geq 0,4$  м при  $d < 300$  мм,  $\geq 0,5$  м при бóльших диаметрах). При пересечении газопроводами каналов теплосети, канализационных коллекторов и тоннелей их прокладывают в футлярах, выходящих за наружные стенки пересекаемых сооружений на 2 м с каждой стороны. Переходы газопроводов через реки, каналы и другие водные преграды осуществляют подводными (дюкерами) и надводными (по мостам, эстакадам и др.) способами. Газопроводы, транспортирующие влажный газ, прокладывают ниже уровня промерзания грунта (считая до верха трубы). Для стока и удаления конденсируемой влаги их кладут с уклонами не менее 0,002 и в нижних точках размещают сборники конденсата. Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, прокладывают в зоне промерзания грунта на глубине не менее 0,8 м от поверхности земли (до верха газопровода или футляра). В местах, где не предусмотрено движение транспорта, глубину прокладки допускается уменьшать до 0,6 м.

### Электрические сети

В настоящее время нельзя представить жизнь и деятельность современного человека без электричества, которое давно и прочно вошло во все отрасли народного хозяйства и быт людей. Основное достоинство электрической энергии — относительная простота производства, передачи, дробления и преобразования.

В системе электроснабжения объектов можно выделить 3 вида электроустановок: 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, ветряные и др.

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

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

Часть энергетической системы, состоящая из генераторов, распределительных устройств, повышающих (ПП) и понижающих (ПС) 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, соединенных 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).

Сети бывают напряжением до 1 кВ — низковольтные, или низкого напряжения (НИ), и выше 1 кВ — высоковольтные, или высокого напряжения (ВН).

Сети могут быть постоянного и переменного тока. Электрические сети выполняют в основном по системе трехфазного переменного тока, что является наиболее целесообразным, поскольку при этом электроэнергия может трансформироваться. При большом числе однофазных приемников от трехфазных сетей делают однофазные ответвления. Принятая частота переменного тока в ЕЭС России равна 50 Гц.

Линии могут быть воздушными, кабельными и токопроводами. Подстанции могут быть открытыми и закрытыми.

Система электроснабжения города включает в себя элементы энергетической системы, обеспечивающие распределение электроэнергии потребителям, такие как: электроснабжающие сети высокого напряжения (110 (35) кВ и выше), содержащие кольцевые сети с *понижающими подстанциями* (ПС), линии и подстанции глубоких вводов; распределительные сети напряжением 10(6)...20 кВ, содержащие *трансформаторные подстанции* (ТП) и линии, соединяющие центры питания с ТП, а также эти подстанции между собой; распределительные сети до 1000 В; электрические станции, в качестве которых обычно используются теплоэлектроцентрали, обеспечивающие тепловой и частично электрической энергией коммунально-бытовые и промышленные объекты.

К понижающим подстанциям относятся: городские подстанции (35...220 кВ), располагающиеся в непосредственной близости к границам города; подстанции глубоких вводов (110...220 кВ), сооруженные непосредственно на территории районов и в промышленных зонах крупных городов; трансформаторные подстанции (10...20/0,38 кВ) коммунально-бытовых и промышленных потребителей энергии.

Различные типы электростанций имеют существенно отличающиеся друг от друга режимы работы. *Гидроэлектростанции* (ГЭС) рассчитаны, как правило, на пиковый режим работы с кратковременным (2...6 ч в сутки) использованием полной мощности в часы максимальной нагрузки. Годовое количество часов использования установленной мощности ГЭС составляет 2...3 тыс.

*Теплофикационные станции* (ТЭС) нашли широкое применение в городах в качестве комбинированных источников, производящих тепло и электроэнергию. Работа ТЭС в годовом графике нагрузки связана с полупиковыми и базисными режимами. Изменение потребности в тепловой мощности ТЭС в течение суток ограничивается в среднем 5...15 %. В наиболее напряженный зимний период режим работы ТЭС практически полностью определяется условиями теплоснабжения. Годовое количество часов использования данных станций составляет 3500...6000.

Для *атомных* станций характерна работа в базисном режиме с высоким годовым временем использования (до 6000...6500 ч).

Годовое количество часов использования максимальной мощности

$$T = \frac{A}{P_{\max}},$$

где  $A$  — годовая выработка электроэнергии, кВт·ч;

$P_{\max}$  — максимальная нагрузка, кВт.

Среднечасовую нагрузку определяют по формуле

$$P_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{сут}}}{24},$$

где  $W_{\text{сут}}$  — выработка электроэнергии в течение суток, кВт·ч.

Плотность графика нагрузки

$$\beta = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{max}}}.$$

Вместо показателя  $\beta$  можно использовать аналогичное понятие — коэффициент нагрузки (коэффициент заполнения графика):

$$\alpha = \frac{T}{8760},$$

где 8760 — количество часов в году.

Основными потребителями электроэнергии, вырабатываемой на электростанциях, являются промышленные предприятия, жилищно-бытовые объекты, электрифицированный транспорт. Часть вырабатываемой энергии расходуется на собственные нужды электростанций.

Метод расчета и прогнозирования электропотребления базируется на применении укрупненных удельных норм или обобщенных показателей расхода электроэнергии с учетом плановых данных по развитию отраслей народного хозяйства.

Для промышленных нужд нагрузки устанавливают по технологическим данным, а для остальных — рассчитывают по действующим нормативам. Общая потребность в электроэнергии для промпредприятия составляет

$$W = W_{\text{уд}} \cdot M,$$

где  $W_{\text{уд}}$  — удельная норма расхода электроэнергии, кВт·ч;

$M$  — годовой объем выпускаемой продукции.

Потребители электроэнергии, расходуемой на коммунально-бытовые нужды, подразделяются на жилые и общественные секторы. Расход электроэнергии на нужды быта и сферы обслуживания городов оценивается на основе данных о количестве населения города и удельных норм расхода электроэнергии. На одного жителя города по нормам предусматривается расход электроэнергии в количестве 1090 кВт·ч/(год·чел).

В основе определения расчетных нагрузок жилых зданий лежит расчетная нагрузка на одного потребителя, в качестве которого выступает семья или квартира. Расчетную активную нагрузку на входе в жилое здание определяют выражением

$$P_{\text{ж.зд}} = P_{\text{кв}} + K_{\text{н.мах}} \cdot P_{\text{с}},$$

где  $P_{\text{кв}}$  — расчетная нагрузка от квартир;

$K_{\text{н.мах}}$  — коэффициент несовпадения максимумов нагрузки от квартир и силовых электроприемников;

$P_{\text{с}}$  — расчетная нагрузка силовых электроприемников.

Электрические нагрузки наружного освещения ориентировочно определяют исходя из расхода 40...50 Вт на 1 м длины городских проездов.

Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций колеблется в пределах 3...14 %.

Расход электроэнергии, связанный с ее передачей и распределением в электрических сетях, в зависимости от напряжения составляет 0,5...4,5 %.

Электрические нагрузки определяют режимы электрических сетей, на основе которых решаются задачи по определению необходимых параметров.

Расчетная нагрузка отдельных объектов низковольтной сети  $P_{\text{р}}$  определяется исходя из установленной мощности  $P_{\text{уст}}$  и коэффициента спроса  $K_{\text{с}}$ , который представляет собой отно-

шение расчетной потребляемой мощности  $P_{\max}$  к установленной мощности  $P_{\text{уст}}$  электроприемников:

$$P_p = P_{\text{уст}} \cdot K_c,$$

где  $K_c = 0,3 \dots 0,9$ .

Одними из важнейших задач расчетов электрических сетей являются определение параметров элементов сети и выбор сечения проводов. Основным способом определения сечения провода в нормальном режиме связан с выбором провода по экономической плотности тока. Сети высокого напряжения (110 кВ) проверяют на допустимые потери напряжения. Для сетей 10 кВ и ниже проверку осуществляют по условиям допустимой нагрузки по нагреву. Проверку по условиям нагрева проводов токами короткого замыкания проводят для сетей, не защищенных плавкими вставками. Сечения проводов проверяют также и в расчетных аварийных режимах, где перегрузка кабелей возможна до 30 %.

Понятие экономической плотности тока связано с технико-экономическим сравнением вариантов выполнения электрической сети. Экономическим критерием, определяющим наиболее выгодный вариант, является минимум приведенных годовых затрат.

Сеть высокого напряжения рассчитывается примерно на 5 % потерь напряжения, при этом доля потерь для внутридомовой сети низкого напряжения составляет от 1 до 2,5 %.

Сечения проводников должны удовлетворять условиям допустимого нагрева в нормальных и послеаварийных режимах, а также в период ремонта. Проверка по условию нагрева проводов токами сети  $J(A)$  (длительная токовая нагрузка) заключается в выполнении условия

$$J \leq J_d \cdot n \cdot k,$$

где  $J_d$  — допустимая длительная нагрузка;

$n$  — число проводов;

$k$  — поправочный коэффициент на температуру среды, число проводов и пр.

Проверке на термическую стойкость проводников при коротких замыканиях подлежат кабельные линии, сборные шины и шинопроводы. По данному условию не проверяют провода воздушных линий, а также кабельные линии, защищенные плавкими предохранителями.

## Слаботочные сети

*Слаботочные системы* дома — различные инженерные коммуникации, использующие для работы ток небольшой силы. Назначением слаботочных систем является питание конкретных устройств, улучшающих условия жизни человека, а также помогающих в решении определенных вопросов.

Под слаботочными принято понимать проводные электронные системы, способные функционировать и при сравнительно невысоком, т.е. не опасном для жизни людей, напряжении электроток. К слаботочным системам, используемым в населенных пунктах, следует относить телефонию, Интернет, учет энергоресурсов, охранно-пожарную сигнализацию, переговорные устройства, локально-вычислительные сети, а также структурные кабельные системы.

*Телефонию* можно назвать наиболее важной слаботочной системой, так как это самый распространенный вид удаленного общения пользователей и передачи информации.

*Пожарная сигнализация* представляет собой устройство круглосуточной работы. Ее основной задачей является своевременное обнаружение возгорания, информирование о точке его возникновения, оповещение всех присутствующих в здании людей и формирование сигналов управления для системы автоматического пожаротушения.

*Охранная сигнализация* состоит из пульта наблюдения и управления и реагирующих на поступающие сигналы тревоги датчиков. Самые распространенные охранные системы основаны на применении датчиков движения и объема, а также датчиков нарушения целостности

дверей, окон или мест хранения ценностей. В ряде случаев системы охранной и пожарной сигнализаций являются одной комбинированной системой, управляемой с одного пульта.

*Система видеонаблюдения/видеорегистрации* представляет собой сеть, состоящую из видеокамер и пункта мониторинга, где возможно просматривание передаваемого с камер изображения. Ведет как просмотр, так и запись видео.

*Система контроля и управления доступом* осуществляет контроль над доступом персонала и посетителей в здание и отдельные помещения, въезд и выезд автомобилей и наблюдение за работой сотрудников, а также контроль над рабочим временем и решением поставленных перед работниками задач.

*Система диспетчеризации и голосового оповещения* обычно используется на территориально удаленных объектах. Предназначена для мониторинга и управления инженерным оборудованием в различных хозяйственных объектах.

*Локально-вычислительные сети (ЛВС)* объединяют рабочие станции и оргтехнику с целью возможности их взаимодействия и распределяют интернет-каналы.

*Структурированные кабельные сети* объединяют перечисленные выше коммуникации в общую сеть, обычно с единым центром управления. Являются основой информационной структуры в здании, связывая в единую систему сетевые сервисы, имеющие разное назначение. Структурированная кабельная сеть обладает широким диапазоном скоростей при передаче, что позволяет владельцу здания экономить средства.

## Телефон

Телефонизацию составляют: внутренняя телефонная сеть, которая предусматривает возможность осуществления переговоров между людьми, находящимися в одном объекте (без выхода во внешнюю сеть); внешняя телефонная сеть — подключение внутренней телефонной сети к внешней линии для осуществления переговоров с удаленными пользователями.

Существует аналоговая, цифровая связь или АТС. В *аналоговых* системах процессы осуществляются посредством передачи аналоговых сигналов. Примером таких устройств являются стационарные телефоны, кабельное телевидение, а также радио. К *цифровым* системам связи относят системы, в основе которых цифровая (дискретная) передача сигналов. К ним относят цифровую телефонию, телевидение, а также современные объекты связи. В настоящее время происходит переход к цифровым системам, обусловленный распространением микропроцессорных технологий и цифровых сетей.

После выбора вида связи осуществляют монтаж телефонной сети, при этом учитывают количество телефонных точек и возможность их увеличения в будущем.

Основные элементы *городской телефонной сети (ГТС)* — подземные трубопроводы, прокладываемые под пешеходными и проезжими частями улиц. Основой ГТС является кабельная канализация, монтируемая из асбестоцементных или полиэтиленовых труб, из бетонных блоков с количеством каналов до 48 и более. На сети через расстояние не более 150 м устанавливают смотровые колодцы. Допускают прокладку бетонных труб в несколько рядов со сдвигом стыков верхнего ряда на 150...200 мм относительно стыков нижнего ряда. Ввод кабелей в здание от городской АТС осуществляется или из распределительных шкафов, или непосредственно от коммутационного щита ГТС. Он может быть подземным или воздушным.

## Охранно-пожарная сигнализация

Это сложный комплекс интегрированного технического оборудования, служащего для защиты дома от возгорания и проникновения в него посторонних. Очень часто ее объединяют с другими инженерными системами дома для достижения наилучшего результата.

Охранно-пожарная сигнализация может решать различные задачи, поэтому в нее может входить оборудование из трех категорий: управление охранно-пожарной сигнализацией; оборудование, отвечающее за сбор и обработку информации; сенсорные устройства (извещатели и датчики). Система охранной сигнализации извещает службы охраны о несанкционированном проникновении в дом (с фиксацией времени, даты и места происшествия). Система охраны обнаруживает место возгорания, включает систему пожаротушения и извещает о возгорании. Для ее грамотного устройства необходимо изучить планировку дома или планировку квартиры и отметить места крепления элементов охранно-пожарной сигнализации.

Подземная кабельная сигнализация вводится непосредственно в подвал или техническое подполье, а также на наружные стены боковых фасадов через коллекторы малого сечения. Возможен подвод до стены здания бронированного кабеля с выводом по трубопроводу на стену.

Кабельные телефонные сети выполняют также на столбах линий связи. Такая линия начинается с кабельной опоры, оборудованной кабельными ящиками и кабельной площадкой. Опоры линий устанавливают, как правило, на пешеходной части улиц, а кабель подвешивают на семижильном стальном канате. При проведении ГТС по крышам домов и для подвески распределительных кабелей применяют стоечные линии. Трассу прокладывают по стоечным опорам, устанавливаемым, как правило, по гребням крыш. Длина пролета между опорами не должна превышать 80 м.

#### **4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА «ПЛАНИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ МИКРОРАЙОНА»**

Исходные данные: генеральный план микрорайона; расчетная численность населения.

### **ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

#### **Определение расчетного водопотребления**

В соответствии со СНиП 2.04.01–85\* нормы *водопотребления* приняты для: новой жилой застройки с централизованным горячим водоснабжением и полным благоустройством — 250 л/чел. в сутки; административно-общественных зданий — 12 л на одного работающего в сутки; общеобразовательных школ — 10 л на одного учащегося и преподавателя в смену; детских дошкольных учреждений — 21,5 л на одного ребенка; бассейнов: на пополнение — 10 % вместимости бассейна и 100 л на одного спортсмена в сутки; спортзалов: 50 л на одного физкультурника и 100 л на одного спортсмена в сутки; прочих предприятий бытового обслуживания — 12 л на одного работника.

Суточный коэффициент неравномерности в соответствии с СП 31.13330.2012 принят 1,3.

В соответствии с СП 31.13330.2012 норма на *полив* улиц и зеленых насаждений принята 50 л/чел. в сутки. Вода на полив должна отбираться из поверхностных источников и в расчете хозяйственно-питьевого водопотребления не учитывается. Расчетный расход воды на полив составляет 340 м<sup>3</sup>/сут.

Расход воды на наружное *пожаротушение* принимается в соответствии с СП 31.13330.2012 — 20 л/с. Продолжительность тушения пожара 3 ч. Восстановление противопожарного запаса воды должно производиться в течение 24 ч. Расход на восстановление противопожарного запаса воды составляет 216 м<sup>3</sup>/сут и хранится в резервуарах на проектируемом водозаборном узле. Для периодического обновления запасов на противопожарные нужды вода из резервуаров используется на полив и возобновляется из системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Возможно использование на поливочные нужды дождевых очищенных стоков.



Расчет расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды проектируемого жилого микрорайона представлен в табл. 6.

Таблица 6

**Расчетное водопотребление жилого микрорайона**

Основные потребители воды	Норма водопотребления, л/чел. в сутки	Численность населения, чел.	Водопотребление		
			средне-суточное, м <sup>3</sup> /сут	максимально-суточное, м <sup>3</sup> /сут	в час максимального водопотребления, м <sup>3</sup> /ч
1. Население в жилой застройке	250	3872	968	1252	60,1
2. Торговый центр	—	—	13,1	17,1	2,0
В том числе:					
магазины продовольственных товаров	250	50	12,5	16,3	1,8
магазины непродовольственных товаров	12	50	0,6	0,8	0,2
бассейн:					
пополнение	100	—	25	25	1,04
спортсмены	100	100	10	10	0,9
спортзал:					
физкультурники	100	50	5	5	0,9
спортсмены	50	100	5	5	0,9
3. Детский сад	21,5	150 мест	3,2	4,1	1,4
4. Общеобразовательная школа и учреждения дополнительного образования	10	1087 мест, 360 преподавателей	14,5	18,8	4,5
5. Предприятия коммунально-бытового обслуживания и административно-общественные здания	12	220	2,6	3,4	0,9
6. Восстановление противопожарного запаса	—	—	—	216	9,0
Неучтенные расходы	—	—	179,1	220,9	12,9
<i>Всего по микрорайону</i>	—	—	<i>1238,6</i>	<i>1800</i>	<i>96,5</i>

**Схема водоснабжения**

Источником хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения жилого микрорайона принимаются артезианские воды. Расчетное водопотребление — 1,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В соответствии с техническими условиями от 08.11.2017 № 2368 МУП «Люберецкий водоканал» водоснабжение предлагаемой застройки организуется от проектируемого водозаборного узла производительностью 5...6 тыс. м<sup>3</sup>/сут., размещаемого на севере от жилого микрорайона.

Площадка под водозаборный узел площадью 1,5 га является зоной санитарной охраны I пояса и согласовывается с органами санитарного надзора в установленном порядке до начала проектирования, огораживается забором. Расстояние от устья скважины до ограждения водозаборного узла должно быть не менее 30 м. В состав узла включаются артскважины (рабочие и резервные), резервуары чистой воды общей емкостью не менее 1000 м<sup>3</sup> и насосная станция II подъема.

В проектируемый микрорайон вода подается по двум водоводам диаметром по 280 мм каждый.

Водопроводная сеть проектируется кольцевой, из пластмассовых трубопроводов диаметрами 280, 225, 160 мм, с тупиковыми участками.

## Бытовая канализация

В *городском поселении* (г. п.) Малаховка действует единая система производственно-бытовой канализации, по которой стоки передаются на Люберецкую станцию аэрации (ЛСА). Система включает 8 канализационных районных и городских насосных станций, напорно-самотечные коллекторы. ЛСА принимает городские стоки г. п. Малаховка через районную КНС № 1 «Звезда».

На территории микрорайона планируемой застройки сооружений и сетей бытовой канализации нет. Ближайшие городские канализационные насосные станции, через которые может быть осуществлен сброс бытовых стоков от планируемой застройки по районной системе канализации на ЛСА, расположены к юго-западу от микрорайона (КНС № 4) и к северо-западу (КНС № 7 «Центральная»).

## Расчетное водоотведение

Нормы водоотведения в соответствии со СНиП 2.04.20–84\* и ТСН ВиВ–97 МО приняты равными нормам водопотребления без учета расходов воды на пожаротушение и полив территории. Коэффициент суточной неравномерности — 1,3.

Расчет расходов сточных вод от объектов жилищного, социально-культурного и коммунально-бытового обслуживания микрорайона по этапам строительства представлен в табл. 7.

Таблица 7

Расчетные расходы сточных вод

Наименование объектов водоотведения	Среднесуточное водоотведение, м <sup>3</sup> /сут	Максимальное суточное водоотведение, м <sup>3</sup> /сут
1. Население в жилой застройке	968	1252
2. Торговый центр	13,1	17,1
В том числе:		
магазины продовольственных товаров	12,5	16,3
магазины непродовольственных товаров	0,6	0,8
бассейны	10	10
спортзал	10	10
3. Детский сад	3,2	4,1
4. Общеобразовательная школа и учреждения дополнительного образования	14,5	18,8
5. Предприятия коммунально-бытового обслуживания и административно-общественные здания	2,6	3,4
6. Неучтенные расходы	179,1	220,9
<i>Всего по микрорайону</i>	<i>1214</i>	<i>1554</i>

## Схема бытовой канализации

Расчетное водоотведение составило 1,55 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Отвод бытовых стоков от жилого микрорайона будет осуществляться в действующую систему бытовой канализации г. п. Малаховка. Подключение проектируемой застройки к городской системе возможно осуществить в соответствии с техническими условиями от 08.11.07 № 2368 МУП «Люберецкий водоканал» через

районные канализационные насосные станции КНС № 4 и 7 после проведения их реконструкции с увеличением проектной производительности, а также после перекладки районных канализационных сетей. Непосредственное подключение микрорайона предполагается осуществить к КНС № 4.

Необходимо: увеличить проектную производительность канализационной насосной станции до 1,55 тыс. м<sup>3</sup>/сут; проложить самотёчные канализационные сети диаметром от 160 до 300 мм.

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

### Существующее положение

Участок планируемого размещения жилищного строительства в настоящее время свободен от застройки, источников тепла нет. Тепловые сети по территории отведенного участка не проходят. Ближайшие к микрорайону источники тепла — котельная МЭЗ № 421, расположенная с западной стороны по Быковскому шоссе, котельная № 414, расположенная с северной стороны по Михневскому шоссе, д. 15 и котельная № 416, расположенная с северо-восточной стороны, Электрпосёлок, д. 11а.

Раздел теплоснабжения разработан на основе генерального плана г. п. Малаховка и следующей нормативной документации: СНиП 41-01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; СНиП 23-01–99 «Строительная климатология и геофизика»; СНиП 2.09.04–87\* «Административные и бытовые здания»; СНиП 2.08.02–89\* «Общественные здания и сооружения»; СНиП 41-02–2003 «Тепловые сети»; СНиП II-35–76 «Котельные установки»; СНиП 21-02–99 «Стоянки автомобилей».

Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение выполнен в соответствии с «Методическими указаниями по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными» (ГУП АКХ им. Панфилова, 2002 г.).

На территории предлагается разместить: 10 жилых домов переменной этажности (4...6 этажей) с объектами соцкультбыта в первых этажах; группу индивидуальной 2-этажной застройки; детский сад; школу; многофункциональный общественный центр.

Расход тепла для потребителей территории под размещение жилого микрорайона подсчитывался следующим образом: климатические данные: расчетная температура наружного воздуха для отопления –28 °С; средняя температура отопительного периода –3,1 °С; продолжительность отопительного периода 214 сут.

В автостоянках закрытого типа следует предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию для разбавления и удаления вредных газовойделений. В отапливаемых автостоянках расчетную температуру воздуха в помещениях для хранения автомобилей следует принимать 5 °С. Необходимо отопление вспомогательных помещений.

Расчет тепловых нагрузок по оценочным объемам нового жилищного строительства приведен в табл. 8–9.

Тепловая нагрузка по территории составит, Гкал/ч: на жилфонд — 13,75; на объекты соцкультбыта, расположенные в первых этажах новых проектируемых жилых зданий, — 0,8; на подземные автостоянки в жилых домах — 3,25; на детские дошкольные учреждения — 0,90; на школу — 2,27; на многофункциональный центр — 0,82; на подземную автостоянку многофункционального центра — 0,52.

Суммарная тепловая нагрузка по объектам на территории микрорайона определялась с коэффициентом  $k = 1,1$ , учитывающим потери в тепловых сетях и неучтенных потребителей. Эта нагрузка составит 16,00 Гкал/ч.

Таблица 8

## Ориентировочный расход тепла на территории жилого микрорайона в г. п. Малаховка

Объект	Количество и этажность секций	Общая площадь квартир-ного сектора, м <sup>2</sup>	Площадь нежилых помещений, м <sup>2</sup>	Население квартир-ного сектора	Расход тепла, Гкал/ч			Всего
					на жилфонд		на нежилые помеще-ния 1-го этажа	
					отопление	ГВС	отопление, вентиляция, ГВС	
Жилой дом № 1	6 секций по 6 этажей (в четырех секциях первый этаж нежилой)	14095	2450	506	1,37	0,42	0,41	2,20
Жилой дом № 2	5 секций по 6 этажей (в двух секциях первый этаж нежилой)	11226	1000	406	1,17	0,37	0,14	1,68
Жилой дом № 3	4 секции по 6 этажей (первый этаж в трех секциях нежилой)	8225	1350	310	1,04	0,23	0,25	1,52
Жилой дом № 4	4 секции по 5 этажей	7940	0	292	0,86	0,2	0,00	1,06
Жилой дом № 5	3 секции по 5 этажей	5925	0	230	0,52	0,15	0,00	0,67
Жилой дом № 6	4 секции по 5 этажей	8130	0	299	1,01	0,21	0,00	1,22
Жилой дом № 7	3 секции по 5 этажей	6515	0	244	0,56	0,17	0,00	0,73
Жилой дом № 8	6 секций по 4 этажа	9612	0	350	1,1	0,27	0,00	1,37
Жилой дом № 9	7 секций по 4 этажа	11856	0	427	1,18	0,38	0,00	1,56
Жилой дом № 10	9 секций по 5 этажей	18870	0	659	1,42	0,51	0,00	1,93
Таунхаусы	42 коттеджа по 2 этажа	5040		149	0,49	0,12	0,00	0,61
<i>Итого</i>		112756	4800	3872	10,72	3,03	0,8	14,55
Итого с учетом коэффициента K = 1,1								16,00

**Подземные автостоянки**

Расположение	Площадь, м <sup>2</sup>	Расход тепла, Гкал/ч
Под многофункциональным центром	5951	0,52
Под жилыми домами № 1 и 6	16240	1,75
Под жилыми домами № 7 и 10	11200	1,5

Теплоснабжение организовывается от котельной МЭЗ-1. Для этого необходимо выполнить следующие мероприятия, предусмотренные генеральным планом г. п. Малаховка:

- произвести реконструкцию с увеличением тепловой мощности котельной и изменением температурного графика тепловых сетей на 70...130 °С;
- предусмотреть систему теплоснабжения «закрытой», с устройством ЦТП и индивидуальных тепловых пунктов (ИТП);
- произвести переподключение абонентов (жилья микрорайона МЭЗ, института физкультуры, музыкальной школы, музея) с котельной ОАО «МЭЗ» на котельную МЭЗ-1, ввиду того, что теплотрасса от котельной ОАО «МЭЗ» проходит на высоких опорах через частный жилой сектор и находится в плохом состоянии, что приводит к большим тепловым потерям;
- проложить теплотрассу до проектируемого микрорайона (в двухтрубном исполнении, температурный график тепловых сетей 70...130 °С), протяженностью ориентировочно 500 м;
- смонтировать ИТП в подвалах (техническом подполье) каждого здания с пластинчатыми водоподогревателями блока отопления и блока ГВС. Подвести к ним тепловые сети в 2-трубном исполнении. Тепловые сети до ИТП запроектировать в каналах-сцепках из труб с промышленной тепловой изоляцией (пенополиуретан в полиэтиленовой оболочке).

**Газоснабжение**

В настоящее время г. п. Малаховка обеспечено природным газом, который поступает по газопроводу диаметром 350 мм с давлением  $P \leq 0,6$  МПа от ГГРП, расположенному у юго-восточной границы г. Люберцы через посёлок Красково вдоль Красковского шоссе.

Природный газ используется как основное топливо для котельных, а также на отопление, горячее водоснабжение и приготовление пищи.

Существующая система газоснабжения посёлка представляет собой систему из трех ступеней давления — высокого, среднего и низкого.

По газопроводам высокого и среднего давлений газ поступает к котельным и на ГРП (ШРП). В ГРП (ШРП) происходит снижение давления газа с высокого (среднего) до низкого.

По газопроводам низкого давления газ поступает в жилые дома и на объекты коммунально-бытового назначения.

Участок планируемого размещения жилищного строительства с объектами соцкультбыта в настоящее время обременен прохождением газопровода высокого давления  $P \leq 0,6$  МПа диаметром 350 мм. Охранная зона газопровода высокого давления составляет 14 м (по 7 м от оси газопровода в каждую сторону).

Проектом предусмотрено сохранение газопровода диаметром 350 мм с давлением  $P \leq 0,6$  МПа. Прирост расхода природного газа на централизованный источник тепла — котельную МЭЗ № 421 — ожидается порядка 3000 м<sup>3</sup>/ч.

Пищеприготовление в проектируемом микрорайоне будет осуществляться на электроплитах.

## Электроснабжение

Электроснабжение г. п. Малаховка осуществляется от электроподстанций Мосэнерго, находящихся в ведомственной принадлежности различных служб:

ПС-110 кВ «Малаховка» — ОАО «МОЭСК» филиал ПЭС;

ПС-110 кВ «Балятино» — ОАО «МОЭСК» филиал ОЭС, находящаяся в границах г. п. Октябрьский;

ПС-110 кВ «Вялки — Тяговая» — «МЖД», расположенная на территории г. п. Красково.

Распределение электроэнергии по потребителям осуществляется на напряжении 10 и 6 кВ от трех распределительных пунктов (РП-17, РП-19 и РП-26) и одного фидерного пункта ФП-1.

В непосредственной близости от проектируемого микрорайона расположен ФП-1, имеющий четыре фидерных линии напряжением 6 кВ от электроподстанции «Балятино».

Свободных мощностей на питающих центрах, снабжающих электроэнергией потребителей городского поселения, нет.

### Подсчет электрических нагрузок

При проектировании использованы действующие нормы и правила:

«ПУЭ» — Правила устройства электроустановок, 7-е изд.;

РД.34.20.185–94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей» Минтопэнерго РФ, с изм. и доп. раздела 2 от 1999 г.;

СП 31-110–2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий»;

СНиП 23.05–95 «Естественное и искусственное освещение» и др.

Укрупненные показатели электрических нагрузок зданий учитывают нагрузки системы теплоснабжения, лифтов, электропищеприготовления и наружного освещения территории. Пищеприготовление в жилых зданиях принято на электроплитах.

Удельные показатели для расчетов:

20,6 Вт/м<sup>2</sup> — удельная электрическая нагрузка проектируемых жилых зданий (2...4 этажа);

21,4 Вт/м<sup>2</sup> — удельная электрическая нагрузка проектируемых жилых зданий (5...6 этажей).

Электрическая нагрузка встроенных объектов соцкультбыта и отдельно стоящих общественных зданий подсчитана отдельно с учетом нормативного коэффициента участия в максимуме нагрузки.

На данном этапе проектирования в размере около 10 % дополнительно к суммарной нагрузке жилой и общественной застройки учтена потребность незаявленных потребителей и потери в сетях.

Результаты расчетов приводятся в табл. 10—12.

## Расчетные электрические нагрузки по проектируемому жилому фонду

Объект	Этажность	Площадь этажа	Общая площадь секции, м <sup>2</sup>	Расчетная электрическая нагрузка, кВт
Жилой дом № 1	6	460	2760	59,5
		460	2760	59,5
	5+1н	400	2000	43,5
		460	2300	52,1
		460	2300	52,1
Жилой дом № 2	5+1н	395	1975	42,9
		385	1925	41,8
	6	413	2478	53,9
		413	2478	53,9
		395	2370	51,5
Жилой дом № 3	5+1н	400	2000	43,5
		395	1975	42,9
		376	1880	40,9
	6	395	2370	51,5
Жилой дом № 4	5	413	2065	44,9
		395	1975	42,9
		385	1925	41,8
		395	1975	42,9
Жилой дом № 5	5	395	1975	42,9
		395	1975	42,9
		395	1975	42,9
Жилой дом № 6	5	376	1880	40,9
		395	1975	42,9
		395	1975	42,9
		460	2300	52,1
Жилой дом № 7	5	413	2065	44,9
		460	2300	52,1
		430	2150	46,7
Жилой дом № 8	4	413	1652	35,9
		430	1720	37,4
		395	1580	34,3
		376	1504	32,7
		413	1652	35,9
		376	1504	32,7
Жилой дом № 9	4	376	1504	32,7
		413	1652	35,9
		430	1720	37,4
		460	1840	40,0
		460	1840	40,0
		430	1720	37,4
		395	1580	34,3

Объект	Этажность	Площадь этажа	Общая площадь секции, м <sup>2</sup>	Расчетная электрическая нагрузка, кВт
Жилой дом № 10	5	413	2065	44,9
		430	2150	46,7
		460	2300	52,1
		460	2300	52,1
		413	2065	44,9
		395	1975	42,9
		395	1975	42,9
		395	1975	42,9
413	2065	44,9		
Таунхаусы (42 коттеджа)	2	60 · 42 = 2520	120 · 42 = 5040	109,6
<i>Всего</i>	—	24025	112756	2346,6
То же с 10%-ным резервом	—	—	—	2581,3

Примечание. +1н — встроено-пристроенные нежилые помещения.

Таблица 11

**Электрические нагрузки учреждений социально-культурного и коммунально-бытового обслуживания населения**

№ п/п	Наименование учреждения	Единица измерения	Требуется построить	Расчетная электрическая нагрузка, кВт
<i>И. Отдельно стоящие здания</i>				
1	Общеобразовательная школа	<u>Мест</u> м <sup>2</sup>	$\frac{600}{5000}$	250
2	Детское дошкольное учреждение		$\frac{140}{2450}$	67
3	Общественный центр		$\frac{70}{5000}$	260
	<i>Итого — поз. I</i>			577
<i>II. Объекты, расположенные в первых этажах жилых зданий</i>				
1	Учреждения дополнительного образования для детей	<u>Мест</u> м <sup>2</sup>	$\frac{50}{300}$	35
2	Массовая библиотека	<u>Тыс. ед. хранения</u> м <sup>2</sup>	$\frac{20}{200}$	13
3	Раздаточный пункт молочной кухни	м <sup>2</sup>	38	10
4	Аптека	$\frac{м^2}{10000 \text{ чел.}}$	23	5
5	Предприятия бытового обслуживания	<u>Раб. мест</u> м <sup>2</sup>	$\frac{20}{360}$	55
6	Отделение связи	<u>Объект</u> м <sup>2</sup>	$\frac{1}{200}$	7
7	РЭУ	<u>Объект</u> м <sup>2</sup>	$\frac{1}{300}$	12
8	Отделение сбербанка	м <sup>2</sup>	80	7
9	Юридическая консультация	<u>Юрист</u> м <sup>2</sup>	$\frac{1}{60}$	3
	<i>Итого — поз. II</i>			147
	<i>Всего</i>			797



**Расчетные электрические нагрузки по планируемой застройке с учетом распределения нагрузок общественных помещений, располагаемых в первых этажах жилых домов, и 10%-ного резерва**

Номер РТП и ТП по плану	Потребители	Нагрузка на шинах 0,4 кВ ТП, кВт	Количество и мощность трансформаторов
ТП-1	Общественный центр	286	$\sum P_p = 1436$ кВт/1494 кВА; принимается 2 трансформатора по 1000 кВА; средний $K_3 = 0,70$
	Жилой дом № 1	340	
	Жилой дом № 6	198	
	Жилой дом № 7	158	
	Жилой дом № 10	456	
ТП-2	Жилой дом № 2	268	$\sum P_p = 871$ кВт/915 кВА; принимается 2 трансформатора по 500 кВА; средний $K_3 = 0,64$
	Жилой дом № 3	198	
	Жилой дом № 4	190	
	Жилой дом № 5	141	
	Детское дошкольное учреждение	74	
ТП-3	Жилой дом № 8	158	$\sum P_p = 826$ кВт/867 кВА; принимается 2 трансформатора по 500 кВА; средний $K_3 = 0,61$
	Жилой дом № 9	283	
	Таунхаусы	110	
	Общеобразовательная школа	275	
<i>Всего по проекту застройки, кВт</i>			<i>3133</i>
<i>Расчетная мощность, кВА</i>			<i>3290</i>

Суммарная расчетная электрическая нагрузка на шинах 0,4 кВ ТП составит: 3133 кВт/3290 кВА.

На центрах питания перспективная электрическая нагрузка будет равной 5,0 МВт/5,3 МВА.

В соответствии с полученными техническими условиями размещаем на застраиваемой территории 3 трансформаторных подстанции ТП 10/0,4 кВ с двумя трансформаторами по 500 или по 1000 кВА.

### Телефонизация

Основным оператором проводной телефонной связи на территории г. п. Малаховка является ОАО «ЦентрТелеком», представленный Люберецким узлом электросвязи (УЭС). Телефонизация осуществляется от опорной станции Люберецкого УЭС АТС-501.

Суммарная монтированная емкость ГАТС Люберецкого УЭС г. п. Малаховка составляет 9136 телефонных номеров. Выносной концентратор ПС-8 Люберецкого УЭС имеет резерв номерной емкости.

Также на территории г. п. Малаховка предоставляют услуги телефонизации, доступа в Интернет и цифрового телевидения операторы связи ООО «Восток-Телеком» и ЗАО «Корпорация ОСС».

Электронная АТС ООО «Восток-Телеком» типа Si-2000, монтированной емкостью 300 номеров, включена в АТС-551 Люберецкого УЭС ОАО «ЦентрТелеком». Имеется резерв номерной емкости.

Существующая телефонная канализация связи ОАО «ЦентрТелеком» проходит вдоль западной границы проектируемого жилого комплекса «Малаховское озеро» по ул. Михневское шоссе. Вдоль южной границы проектируемого микрорайона, по Быковскому шоссе, проходят бронированные кабели связи и телефонная канализация ОАО «ЦентрТелеком», ОАО «Ростелеком», других операторов связи.

В границах территории проектируемого микрорайона проходят бронированные кабели связи Люберецкого УЭС ОАО «ЦентрТелеком».

### Расчет потребности в телефонных номерах

Подсчет телефонной нагрузки для проектируемой застройки выполнен исходя из 100%-ного обеспечения квартирного сектора и следующих нормативов:

- полная телефонизация квартирного сектора жилой застройки из расчета 1 телефонный номер на 1 семью;
- обеспечение в среднем 10 номеров на 100 рабочих мест для объектов обслуживания населения;
- обеспечение 10%-ного технологического номерного резерва.

Общее число жителей нового микрорайона составляет около 4,0 тыс. человек.

Первые этажи трех жилых домов будут использоваться для размещения объектов социально-культурного и коммунально-бытового обслуживания населения.

На территории нового микрорайона предлагается: размещение детского сада на 150 мест, общеобразовательной школы на 1000 учащихся, а также строительство общественного центра, в котором планируется размещение предприятий общественного питания, торговли, досуга.

В табл. 13 приведены результаты расчетов потребной емкости телефонной сети для объектов новой жилой застройки микрорайона.

Таблица 13

#### Расчетная потребность в телефонных номерах для нового жилищного строительства

Номер жилого дома	Население в доме, чел.	Количество телефонных номеров
1	506	180
2	406	145
3	310	110
4	292	105
5	230	82
6	299	107
7	244	87
8	350	125
9	427	153
10	659	235
Таунхаусы	149	42
<i>Всего</i>	<i>3872</i>	<i>1371</i>

В табл. 14 приведены результаты расчетов потребности в телефонных номерах для новых учреждений социально-культурного и коммунально-бытового обслуживания населения проектируемой жилой застройки.

Результаты расчетов общей суммарной расчетной телефонной номерной емкости для нового микрорайона приведены в табл. 15.

**Расчет потребности в телефонных номерах для новых учреждений обслуживания**

Вид объектов обслуживания населения	Общая численность работающих, тыс. чел.	Количество телефонных номеров
Учебные заведения	270	27
Дошкольные учреждения	45	5
Учреждения коммунально-бытового обслуживания	80	8
Административно-деловые и хозяйственно-бытовые учреждения	140	15
<i>Итого</i>	535	55

Таблица 15

**Суммарная расчетная потребность в телефонных номерах для нового строительства**

Потребитель	Общая численность абонентов, тыс. чел.	Количество телефонных номеров
Жилищный сектор	3872	1371
Объекты культурно-бытового и коммунального обслуживания	535	55
Технологический номерной резерв	440	132
<i>Итого</i>	4847	1558

Для общедоступного пользования на территории микрорайона, в местах массового скопления людей необходимо установить телефоны-автоматы в количестве 2 шт.

Проектом предлагается обеспечить телефонизацию объектов нового строительства микрорайона по техническим условиям (ТУ) на телефонизацию от 15.02.2008 г. № 362, выданным ЗАО «Корпорация О.С.С.».

ЗАО «Корпорация О.С.С.» является на сегодняшний день крупным оператором связи, который предоставляет населению, организациям и предприятиям услуги цифровой проводной телефонной связи, скоростной передачи данных (Интернет) и цифрового кабельного телевидения.

Для обеспечения проводной телефонной связью жилых домов и объектов обслуживания населения нового микрорайона в соответствии с ТУ предусмотрен подвод волоконно-оптического кабеля от опорной АТС ЗАО «Корпорация О.С.С.» находящейся в п. Октябрьский Люберецкого муниципального района.

На территории проектируемого микрорайона предусматриваем помещение в жилом доме № 1 для размещения выносного оборудования цифровой мини-АТС и телекоммуникационного оборудования. Размещаемая цифровая мини-АТС будет включена через опорную АТС ЗАО «Корпорация О.С.С.» и опорную АТС Люберецкого УЭС ОАО «ЦентрТелеком» в телефонную сеть общего пользования (ТФОП) Люберецкого района. Номерная емкость проектируемой цифровой мини-АТС составит 1600 номеров.

**Радиотрансляция**

Проводное радиовещание на территории г. п. Малаховка осуществляет Люберецкий УЭС ОАО «ЦентрТелеком» от *центральной станции проводного вещания* (ЦСПВ), расположенной в г. Люберцы. Радиотрансляция ведется по трехпрограммной радиотрансляционной сети. Мощность установленных усилителей ЦСПВ составляет 2-10 кВт.

В границах территории проектируемого жилого комплекса линейных сооружений *распределительной радиотрансляционной сети* (РТС) нет.

## Расчет потребности в абонентских радиоточках

Подсчет перспективной потребности в *абонентских радиотрансляционных точках* (р.т.т.) для проектируемой застройки выполнен исходя из 100%-ного обеспечения квартирного сектора в соответствии с Федеральным законом «О гражданской обороне», Приказом начальника ГО Московской области от 21.09.2001 г. № 12-ПР и исходя из следующих нормативов:

- 2 р.т.т. в 1- и 2-комнатных квартирах;
- 3 р.т.т. в 3-комнатных квартирах и таунхаусах;
- в среднем 10 р.т.т. на 100 рабочих мест для объектов обслуживания населения.

В табл. 16 приведены результаты расчетов потребного количества р.т.т. для объектов новой жилой застройки микрорайона.

Таблица 16

### Расчетная потребность в радиоточках для нового жилищного строительства

Номер жилого дома	Количество квартир, шт.	Количество радиоточек
1	138	330
2	128	296
3	100	152
4	95	215
5	75	165
6	90	210
7	60	150
8	100	244
9	116	284
10	195	465
Таунхаусы	42	126
<i>Всего</i>	<i>1139</i>	<i>2636</i>

В табл. 17 указаны общее количество новых р.т.т. и требуемая установленная мощность радиотрансляционного оборудования для объектов нового строительства проектируемого микрорайона.

Таблица 17

### Общая потребность в радиоточках

Потребитель	Количество радиоточек	Мощность РТС для нового строительства, Вт
Жилищный сектор	2636	660
Объекты обслуживания	120	30
Резерв		200
<i>Итого</i>	<i>2756</i>	<i>890</i>

Ориентировочно величина дополнительной мощности рабочих усилителей РТС составит 0,9 кВт.

Проектом намечено обеспечить радиофикацию объектов нового строительства жилого микрорайона по ТУ от 30.10.2007 г. № 93, выданному цехом радиофикации Люберецкого УЭС ОАО «ЦентрТелеком».

Для подключения к Люберецкому радиотрансляционному узлу при радиофикации нового строительства необходимо следующее: построить на территории нового микрорайона в жилом доме № 2 *автоматизированный радиотрансляционный узел* (АРТУ) мощностью 5 кВт с установкой станционной стойки и оборудованием трех каналов; построить от станции проводного вещания распределительные сети; установить абонентские трансформаторы 240/30 Вт.

На рис. 1 представлен сводный план инженерных сетей микрорайона, который выполняют по результатам вышеприведенных расчетов и обоснований.

## Сводный план инженерных сетей М 1:1000

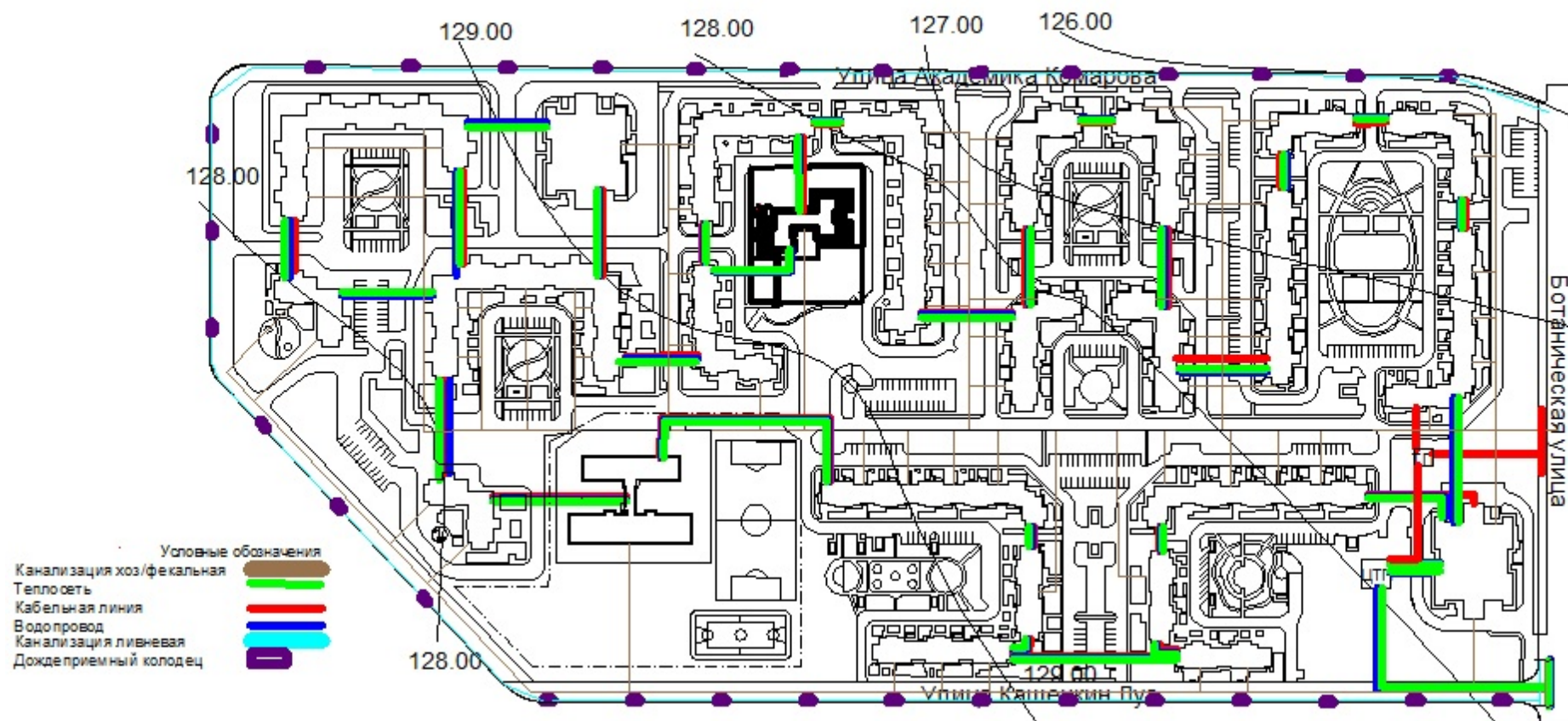


Рис. 1. Пример выполнения графической части курсового проекта

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инженерные сети города являются его «артериями», позволяющими обеспечить комфортное проживание населения на данной территории. Их организация, правильное планирование и проектирование необходимы в качестве элемента комплексной безопасности населенных мест, ведь случаи отказа одной из сетей зачастую вызывают чрезвычайное положение на территории.

Город не может существовать без инженерных сетей и коммуникаций, следовательно, инженер-градостроитель обязан знать основы жизнеобеспечения города и систему ее организации. Поэтому дисциплина «Планирование инженерных сетей и оборудования» и входящий в состав дисциплины курсовой проект являются неотъемлемой частью работы по направлению подготовки 07.03.04. Градостроительство.

### Библиографический список

1. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности «Архитектура» / В.В. Владимиров [и др.]. — Москва : Архитектура-С, 2016. — 238 с. : ил., табл. — (Архитектура). — Библиогр.: с. 233 . — Предм. указ.: с. 234–235. — ISBN 978-5-9647-0296-2.

2. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок [Текст] : учебник / Л.В. Погодина. — 3-е изд. — Москва : Дашков и К, 2013. — 474 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 465–466. — ISBN 978-5-394-00789-7.

3. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок [Текст] : учебник / Л.В. Погодина. — 3-е изд. — Москва : Дашков и К, 2013. — 474 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 465–466. — ISBN 978-5-394-00789-7.

4. Комаров А.С. Технология строительства систем и сооружений водоснабжения и водоотведения [Текст] : учебное пособие / А.С. Комаров, О.А. Ружицкая. — Москва : МГСУ, 2013. — 79 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 78 (14 назв.). — ISBN 978-5-7264-0732-6.

5. Ухин Б.В. Инженерная гидравлика [Текст] : учебное пособие для вузов / Б.В. Ухин, Ю.Ф. Мельников ; под ред. Б.В. Ухина. — Москва : Изд-во АСВ, 2011. — 343 с. : ил., табл. — Библиогр. в конце глав. — ISBN 978-5-93093-497-7.

6. Музалевская Г.Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов [Текст] : учебное пособие / Г.Н. Музалевская. — Москва : Изд-во АСВ, 2006. — 148 с. — Библиогр.: с. 147–148 (47 назв.). — ISBN 5-93093-424-X.