

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технические системы»
«20» января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой


_____ Р.А. Ковалев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсовой работы
по дисциплине (модулю)
«Внутриквартальные сети»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с профилем
"Водоснабжение и водоотведение"

Форма(ы) обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-02-23

Тула 2023 год

Разработчик(и) методических указаний

Белоусов Р.О., доцент, к.т.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Пример выполнения КР:

Исходные данные

Наименование здания	№1	№2	№3	№4
	Магазин	Школа	Жилой дом №1	Жилой дом №2
Этажность	1	3	9	5
Длина коридора, м			менее 10м	менее 10м
Наличие централизованного горячего водоснабжения	да	да	да	нет
Тип водопользователя	Магазин продовольственный	Школа с душевыми при гимнастических залах	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами
Кол-во основных водопользователей	3 работающих в смену	400-учеников	200 жителей	90 жителей
		30-препод.		
Дополнительные водопользователи			Прачечная механизированная (15кг сухого белья)	

Глубина промерзания – 1,5 м

Тип грунта – суглинок

Радиус действия ПГ – 100 м

Глубина заложения грунтовых вод – 3м

Свободный напор существующей сети В1 – 25 м

						<i>Расчет внутриквартальной сети</i>	Лист
							3
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2. Система хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Принимаем объединенную систему водоснабжения хозяйственно-питьевую совместно с противопожарной.

Исходя из численности населения и площади застройки, принимаем тупиковую сеть.

2.1 Определение расчетных расходов на участках

Час максимального водопотребления

Таблица №2. Определение расчётных расходов на участках сети.

Наименование участка	Наименование объекта	Тип водопользователя	Количество водопользователей	Норма водопотребления	Итого	
					л/час	л/с
1	2	3	4	5	6	7
ПГ1-ПГ2	Магазин	Продовольственный	3	200	600	0,167
	Школа	С душевыми при гимнастических залах	430	60	25800	7,167
	Жилой дом №1	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	200	200	40000	11,111
	Жилой дом №2	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	90	200	18000	5,000
	Прачечная	Механизированная	15	200	3000	0,833
				Итого:	87400	24,278
ПГ2-ВК3	Жилой дом №2	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	200	200	40000	11,111
				Итого:	40000	11,111
ПГ2-ВК4	Прачечная	Механизированная	15	200	3000	0,833
	Жилой дом №1	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	90	200	18000	5,000
				Итого:	21000	5,833

2.2 Определение пожарных расходов

СП 8.13.130-2009 «Источники наружного противопожарного водоснабжения»

СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»

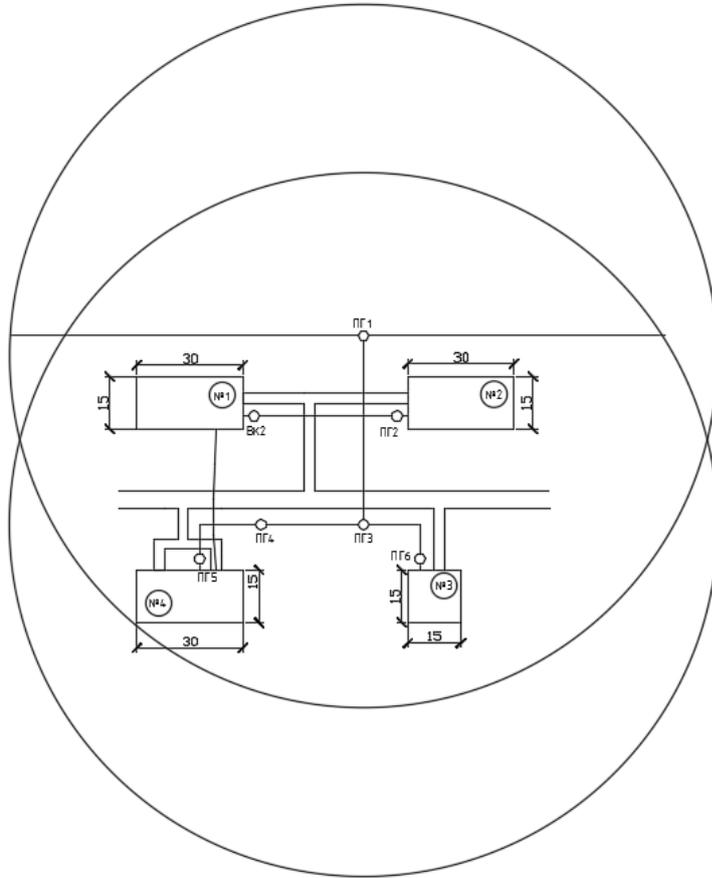
Для жилых и общественных зданий, а также административно-бытовых зданий промышленных предприятий необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальные расходы воды на пожаротушение следует определять в соответствии с [табл. 1*](#), а для производственных и складских зданий - в соответствии с [табл. 2](#).

Таблица №3. Определение количества пожарных гидрантов для тушения пожара.

Номер здания на ген. плане	Наименование здания	Категория здания	Строительный объем, м ³	Этажность	Пожарный расход	Количество пожарных гидрантов
№1	Магазин	В4	1800	1	10	1
№2	Школа	Ф1	5400	3	15	2
№3	Жилой дом №1	Ф1	8100	9	15	2
№4	Жилой дом №2	Ф1	9000	5	15	2
№3	Прачечная	В4	900	1	10	1

						Расчет внутриквартальной сети	Лист
							6
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Схема №1. Радиус действия пожарных гидрантов



Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата

Расчет внутриквартальной сети

Лист

7

Таблица №4. Определение расхода воды на пожаротушение объектов, расположенных на сети.

Наименование участка	Расход в час хоз.максимум	Наименование объекта	Данные по объекту	Расход на пожаротушение, л/с	Итого:
1	2	3	4	5	6
ПГ1-ПГ2	0,167	Магазин	Продовольственный, строит.объём - 1800 м ³ , этажность - 1.	10	10,17
	7,17	Школа	С душевыми при гимнастических залах, строит.объём - 5400 м ³ , этажность - 3.	15	22,17
	11,11	Жилой дом №1	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами, строит.объём - 8100 м ³ , этажность - 9.	15	26,11
	5,00	Жилой дом №2	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами, строит.объём - 9000 м ³ , этажность - 5.	15	20,00
	0,83	Прачечная	Механизированная, строит.объём - 900 м ³ , этажность - 1.	10	10,83
ПГ2-ВК3	11,11	Жилой дом №1	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами, строит.объём - 8100 м ³ , этажность - 9.	15	26,11
ПГ2-ВК4	5,00	Жилой дом №2	Жилой дом с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами, строит.объём - 9000 м ³ , этажность - 5.	15	20,00
	0,83	Прачечная	Механизированная, строит.объём - 900 м ³ , этажность - 1.	10	10,83

Назначение диаметров водопроводной сети

При малых расходах диаметр задаётся без расчёта.

При наличии пожарного гидранта на участке диаметр 150мм.

Принимаем на всех участках сети диаметр равный 150 мм.

						Расчет внутриквартальной сети	Лист
							8
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3. Определение потерь напора по участкам.

В основу расчета положено требование о необходимости обеспечения в любой точке водопроводной сети населенного пункта свободного напора не более 60 м, а также на самом удалённом участке сети.

Расчёт потерь напора для часа хозяйственного максимума и пожара сведён в таблицу №5 и №6

Таблица №5. Потери напора в час хозяйственного максимума

Участок	Длина, м	Материал	Диаметр	Уклон	Потери напора
ПГ1-ВК1	32,30	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0000018	0,000058
ПГ1-ВК2	53,86	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0014	0,076
ПГ1-ПГ2	53,70	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0015	0,079
ПГ2-ВК3	56,10	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0010	0,055
ПГ2-ВК4	25,58	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0031	0,079

Таблица №6. Потери напора во время пожара

Участок	Длина, м	Материал	Диаметр	Уклон	Потери напора
ПГ1-ВК1	32,30	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0026	0,0850
ПГ1-ВК2	53,86	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0105	0,5648
ПГ1-ПГ2	53,70	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0205	1,1001
ПГ2-ВК3	56,10	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0188	1,0564
ПГ2-ВК4	25,58	ПЭ ГОСТ 18599	0,15	0,0140	0,3587

4.Хозяйственно бытовая канализация

Определение расчётных расходов для гидравлического расчёта канализации

Таблица №9 Определение среднесуточного расхода.

Наименование участка	Наименование потребителя	Количество водопотребителей	Удельное водопотребление	Итого	
				л/сут	л/с
1	2	3	4	5	6
1-2	Жилой дом №2	250	45	11250	0,130
2-3	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
3-4	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
4-6	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,579
	Прачечная	75	15	1125	0,013
6-8	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
	Прачечная	75	15	1125	0,013
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,579
	Магазин	250	3	750	0,009
8-9	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,579
	Прачечная	75	15	1125	0,013
	Магазин	250	3	750	0,009
	Школа	10	215	2150	0,025
9-10	Жилой дом №2	250	90	22500	0,260
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,579
	Прачечная	75	15	1125	0,013
	Магазин	250	3	750	0,009
	Школа	10	430	4300	0,050
10-11	Тоже, что и на участке 9-10				
11-12					
5-4	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787
	Прачечная	75	15	1125	0,0130
7-6	Магазин	250	3	750	0,0087

Так как $Q_{\text{ср}}^{\text{сут}}_{\text{общ}} \leq 5$ л/с, то расчёт производится по методике расчёта наружных сетей СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация»

Таблица №10. Расчётные расходы сети

№ участка	Водопотребитель	Норма, л/сут	Количество водопользователей	Q ^{ср.} _{сут}		q _{hr,u} ^{tot}	q _o	NP	ΣNP	α	q _o ^{ср.}	q=5q _o α	Q _{расч.}
				л/сут	л/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	Жилой дом №2	250	45	11250	0,1302	5,6	0,2	0,350	0,350	0,573	0,35	0,5730	2,17
2-3	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	0,700	0,803	0,70	0,8030	2,40
3-4	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	0,700	0,803	0,70	0,8030	2,40
4-6	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	4,631	2,4318	0,285	3,4639	5,06
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787	15,6	0,3	2,889					
	Прачечная	75	15	1125	0,0130	75	0,3	1,042					
6-8	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	4,733	2,4672	0,285	3,5184	5,12
	Прачечная	75	15	1125	0,0130	75	0,3	1,042					
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787	15,6	0,3	2,889					
	Магазин	250	3	750	0,0087	37	0,3	0,103					
8-9	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	6,056	2,9095	0,25	3,6878	5,29
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787	15,6	0,3	2,889					
	Прачечная	75	15	1125	0,0130	75	0,3	1,042					
	Магазин	250	3	750	0,0087	37	0,3	0,103					
	Школа	10	215	2150	0,0249	3,1	0,14	1,322					
9-10	Жилой дом №2	250	90	22500	0,2604	5,6	0,2	0,700	7,378	3,3312	0,23	3,8835	5,48
	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787	15,6	0,3	2,889					
	Прачечная	75	15	1125	0,0130	75	0,3	1,042					
	Магазин	250	3	750	0,0087	37	0,3	0,103					
	Школа	10	430	4300	0,0498	3,1	0,14	2,645					
10-11	Тоже, что и на участке 9-10												5,48
11-12	Тоже, что и на участке 9-10												5,48
5-4	Жилой дом №1	250	200	50000	0,5787	15,6	0,3	2,889	3,931	2,1852	0,30	3,2778	4,88
	Прачечная	75	15	1125	0,0130	75	0,3	1,042					
7-6	Магазин	250	3	750	0,0087	37	0,3	0,103	0,103	0,347	0,10	0,52	2,12

Так как расход воды приборами разный, то используется средневзвешенное значение. Где расчётный расход был менее 8л/с добавлялся расход стоков от одного санитарного прибора, у которого самый большой сток (таким прибором является смывной бачок, который присутствует в каждом здании $q_0^s=1,6$ л/с).

4.1 Гидравлический расчёт канализационной сети.

Для внутриквартальной сети бытовой и производственной канализации наименьшие диаметры труб самотечных сетей следует принимать - 150мм.
(СНиП 2.04.03 – 85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» п.2.33)

Таблица №11. Гидравлический расчёт канализационной сети.

Наименование коллектора	Обозначение расчётного участка	Расчётный расход, л/с	Длина участка l, м	Уклон i	Потери напора	Диаметр трубы D, м	Скорость, м/с	Отметка по расчётным участкам, м			
								Поверхности земли		Лотка трубы	
								Начальная	Конечная	Начальная	Конечная
1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14
1-2	Жилой дом №2	2,17	15	0,017	0,26	0,15	0,703	69,30	69,05	67,17	66,90
2-3	Жилой дом №2	2,40	30,79	0,016	0,49	0,15	0,712	69,05	68,60	66,90	66,42
3-4	Жилой дом №2	2,40	17,75	0,016	0,28	0,15	0,712	68,60	68,55	66,42	66,14
4-6	Жилой дом №2	5,06	32,76	0,010	0,33	0,15	0,738	68,55	68,55	66,14	65,81
	Жилой дом №1										
	Прачечная										
6-8	Жилой дом №2	5,12	30,79	0,010	0,31	0,15	0,741	68,55	68,15	65,81	65,50
	Прачечная										
	Жилой дом №1										
	Магазин										
8-9	Жилой дом №2	5,29	15	0,010	0,15	0,15	0,747	68,15	67,75	65,50	65,35
	Жилой дом №1										
	Прачечная										
	Магазин										
	Школа										
9-10	Жилой дом №2	5,48	10,63	0,010	0,11	0,15	0,753	67,75	67,65	65,35	65,24
	Жилой дом №1										
	Прачечная										
	Магазин										
	Школа										
10-11	Тоже, что на участке 9-10	5,48	26,36	0,010	0,26	0,15	0,753	67,65	67,70	65,24	64,98
11-12	Тоже, что на участке 9-10	5,48	33,43	0,010	0,33	0,15	0,753	67,70	67,75	64,98	64,15
5-4	Жилой дом №1	4,88	12,29	0,009	0,11	0,15	0,701	68,35	68,55	66,25	66,14
	Прачечная										
7-6	Магазин	2,12	27,48	0,018	0,49	0,15	0,712	69,10	68,55	66,30	68,81

Детализировка колодцев и продольный профиль сети приведены в графической части (лист А3).

						<i>Расчет внутриквартальной сети</i>	Лист
							13
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Список используемой литературы:

1. СНИП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М, 1985, 134с.
2. СНИП 2.04.01-84 Внутренний водопровод и канализация зданий. М, 1985, 134с.
3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. М., 1976, 371с
4. Хазанов М.Е. Кольцевая наружная и водопроводная сеть. Тула, 1992
5. Справочник по специальным работам: Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. / Под ред. А.К. Перешивкина, М.,1988, 653 с.
6. Справочник по специальным работам: Трубы, арматура и оборудование водопроводно-канализационных сооружений. / Под ред. А.С. Москвитина, М.,1970, 653 с.
7. Шевелёв Ф.А. Таблицы для гидравлического расчёта водопроводных труб. М. 1973, 113 с.
8. Альбом типов и размеров водопроводных колодцев в зависимости от коммуникаций фасонных частей и арматура. / Под ред. М.Е. Хазанова.

						<i>Расчет внутриквартальной сети</i>	<i>Лист</i>
							14
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Приложения

Расчет системы водоснабжения

Определение расчетного количества гидрантов для тушения данного здания.

Расчетное количество гидрантов для тушения данного здания зависит от расхода воды на наружное пожаротушение (при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более пожаротушение обеспечивается из 2 гидрантов) ([1], пункт 8.16)

Расход воды на наружное пожаротушение зависит от этажности зданий и от их строительного объема и определяется по таблице 6 [1].

Строительный объем зданий определяем по наружным поверхностям ограждающих конструкций, включая все подвальные помещения (пункт 6.1 примечание 2 к таблице)[2]. При этом применяем высоту этажа во всех зданиях 3,1м. Размеры зданий берем с генплана (см. чертеж) Расход воды на внутреннее пожаротушение принимается согласно пункту 6.1 таблица №1 [2] в зависимости от этажности здания. Этажность берется из задания.

Таблица № 1

№ дома	Этажность	Строит. объем, м ³	Потреб. расход наружн. пож., л/с	Кол-во ПГ для тушен. здания	Кол-во пож. кранов в доме	Расход на один пож кран л/с
1	9	29000	20	2	-	-
2	4	19500	15	2	-	-
3	5	30000	20	2	-	-
4	12	50000	20	2	1	2,5
5	5	29000	20	2	-	-
6	10	42500	20	2	-	-

Определение расчетных расходов для вводов в здание и подбор диаметров вводов.

Определение расчетных расходов участков внутренней сети.

За расчетный расход для внутренних сетей принимают максимальный секундный расход, который определяют исходя из формулы (см. п. 3.3 [2]);

$$q_{\text{дан}} = 5q_o \alpha, \quad \text{где} \quad (1)$$

q_o - расход воды средним санитарным прибором, который определяется в зависимости от типа водопользователя, л/с см.п. 3 [2];

α – вероятный коэффициент, который определяется в зависимости от вероятности – см.прил. 4[2]

Вероятность определяем по формуле:

$$P = \frac{q_{\text{max}}^2 \cdot U}{q_o \cdot N \cdot 3600}, \quad \text{где} \quad (2)$$

где: U- количество водопользователей;

N- количество санитарных приборов;

q_{max}^2 - мах часовой расход одного водопользователя – см. прил. 3 [2]

Подбор диаметра в вода осуществляем по формуле:

$$q = \omega \times V \Rightarrow \frac{\pi \times d^2}{4} \times V \Rightarrow d_{\text{расч}} = \sqrt{\frac{4 \times q_{\text{расч}}}{\pi \times V_{\text{экон}}}} \quad (\text{м}) \quad (3)$$

где: ω - площадь сечения трубы, (м²): $\omega = \frac{\pi \times d^2}{4}$

						Расчет внутриквартирной сети	Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		15

ВК3-ВК4	190	2272	326,56	1,2	408,2	13,61	1,3	1,646	2,14	15	33,49	9,3
---------	-----	------	--------	-----	-------	-------	-----	-------	------	----	-------	-----

Определение фактических диаметров трубопроводов.

При расчете необходимо знать следующее:

экономическую скорость для внешней сети 0.9-1.5 м/с

экономическую скорость для водопроводов не более 2 м/с

экономическую скорость для внутренних сетей 1-1.6 м/с

расчетный диаметр, рассчитывается по формуле:

$$Q = v \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (9)$$

$$d_{расч} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v_{эконом}}} \quad (10)$$

для сетей, подводящих воду к гидрантам диаметр должен быть не менее диаметра пожарного гидранта (d=125мм)

принятый диаметр подставляем в формулу

$$v = \frac{4Q}{\pi \cdot d_{пр}^2} \quad (11)$$

и находим фактическую скорость.

Расчеты сводим в таблицу №4

Таблица № 4

№ Уч-ка	$Q_{рас}$ л/с	$V_{эконом.}$ м/с	$d_{расчет.}$ мм.	Материал труб	$d_{принятый}$ мм.	V м/с
1	2	3	4	5	6	7
ВК1-ВК2	5,46	1,0	83	чугун	150	0,31
ВК2-ВК3	0,88	1,0	33	чугун	150	0,05
ВК3-ВК4	9,3	1,0	109	чугун	150	0,53

Определение потерь напоров.

Для определения потерь напора воспользуемся следующими формулами:

$$i = \left(\frac{\lambda}{d}\right) \cdot \left(\frac{v^2}{2q}\right) = \left(\frac{A_1}{2q}\right) \cdot \left[\frac{\left(A_0 + \frac{c}{v}\right)^m}{d^{m+1}}\right] \cdot v^2 \quad (\text{см. прил. 10 [1]}, \text{ где } (12)$$

где:

i – гидравлический уклон

d- внутренний диаметр труб, м

v- средняя скорость по сечению движения воды, м/с

A_0, A_1, C -коэффициенты (см. прил. 10, табл. 1 [1])

m- показатель степени (см. прил. 10, табл.1 [1])

$$h = i \cdot l \quad (13)$$

где: i- уклон трубы

L – геометрическая длина трубы, м

Потери напора с учетом местных сопротивлений:

$$h_i = k \cdot i \cdot l \quad (14)$$

						Расчет внутриквартальной сети	Лист
							17
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

где: k - коэффициент, учитывающий потери напора местных сопротивлений (для наружных сетей водоснабжения k не более 1.2)

Для внешней сети системы водоснабжения трубы принимаем чугунные (см. п. 2.81 [1]), а для вводов в здания- трубы из полиэтилена (см. п. 8.21 [1]). Произведенные расчеты запишем в таблицу №5

1.6. Проверка работы сети при хозяйственно-максимальном расходе.

Чтобы проверить работу сети при хозмаксимуме необходимо найти:

Требуемый свободный напор в расчетных точках водопровода (см. п.2.26 [1])

$$H_{св.треб} = 10 + 4(n-1) \quad (15)$$

где: n - количество этажей в здании

Фактический пьезометрический напор (для расчетной точки на сети городского водопровода)

$$H_{п1}^{факт} = z + H_{св}^{треб} \quad (16)$$

Для остальных расчетных точек

$$H_{п}^ф = H_{п1}^ф - h_w \quad (17)$$

где: h_w - потери напора на участке

Фактический свободный напор

$$H_{св}^ф = H_{п}^ф - z_3 \quad (18)$$

Расчеты сводим в таблицу №5

Таблица № 5

№ точки	Расчетный участок	Q л/с	d мм	L м.	V _{расч.} м/с	Уклон i	Потери h	H _{треб}	H _{факт}	Отм-ка земли	H _{пъезом.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ВК-1								46	30,4	101,8	132,2
	ВК1-ВК2	5,46	150	48,7	0,31	0,0012	0,06				
ВК-2								54	28,66	103,6	132,26
	ВК2-ВК3	0,88	150	89,8	0,05	0,0001	0,01				
ВК-3								26	29,66	102,6	132,26
	ВК3-ВК4	9,3	150	55,5	0,53	0,0039	0,238				
ВК-4									32	100,5	132,5

Определение потерь напора для случая пожара.

Расчет производим по тем же формулам, что и в п.5.и п.6. Только пользуясь расходами при пожаротушении. Вычисления запишем в таблицу №6

Таблица № 6

№ точки	Расчетный участок	Q л/с	d мм	L м.	V _{расч.} м/с	Уклон i	Потери h	H _{треб}	H _{факт}	Отм-ка земли	H _{пъезом.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ВК-4								-	32	100,5	132,5
	ВК4-ВК3	51,8	150	55,5	2,93	0,1022	5,67				
ВК-3								-	24,23	102,6	126,83
	ВК3-ВК2	43,38	150	89,8	2,46	0,0734	6,59				
ВК-2								-	16,64	103,6	120,24
	ВК2-ПГ3	47,96	150	36,7	2,72	0,0886	3,25				
ПГ3								10	14,99	102	116,99
	ПГ3-ПГ4	47,96	150	44,7	2,72	0,0886	3,25				
ПГ4								10	11,84	101,9	113,74

Система канализации.

Для расчета основных исходных данных, необходимых для расчета системы канализации, принимаю расход санприбора с наибольшим расходом стока: унитаза со смывным бачком с расходом $q_0^s = 1,6$ л/с. (приложение 2, [2]).

Принимаем общую норму расхода, в час наибольшего водопотребления из (приложение 3, [2]), в зависимости от степени благоустройства существующих зданий (см. задание). Так же по (приложение 3, [2]) принимаем расход воды прибором q_0 , л/с.

Весь расчет сведен в таблицу №8

						<i>Расчет внутриквартальной сети</i>	<i>Лист</i>
							19
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица № 7

№ дома	Кол-во человек на квартиру (среднее)	Кол-во подъездов	Кол-во водопотреб. в доме U_0	Кол-во сан. приборов в доме N	Расход сан. приборов с максим. выпуском сточных вод q_0^s	Средний расход сан. прибора q_0^{tot}	Максимально-часовой расход q^{hr}
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	4	288	288	1,6	0,2	12,5
2	4	4	192	192	1,6	0,3	10,5
3	4	4	320	320	1,6	0,3	10,5
4	4	4	672	672	1,6	0,2	12,5
5	4	4	320	320	1,6	0,3	10,5
6	4	4	480	480	1,6	0,2	12,5

Определение расчетных расходов выпусков

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети q , л/с, следует определять по формуле

$$q = 5q_0\alpha \quad (19)$$

где: q_0 – секундный расход воды, величину которого следует определять согласно п. 3.2[2]; α – коэффициент, определяемый согласно рекомендуемому приложению 4[2], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой согласно п. 3.4. [2]. При этом табл. 1 рекомендуемого приложения 4 надлежит руководствоваться при $P > 0,1$ и $N \leq 200$; при других значениях P и N коэффициент α следует принимать по табл. 2 рекомендуемого приложения 4[2].

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети надлежит определять по формуле:

$$P = \frac{q_{hr} U}{q_0 N \cdot 3600} ; \quad (20)$$

Максимальный секундный расход сточных вод q^s , л/с, следует определять:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s ; \quad (21)$$

Расчет расходов выпусков сведен в таблицу №9

						Расчет внутриквартильной сети	Лист
							20
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Таблица № 8

№ выпуска	Кол-во водопотреб. в доме U_o	Кол-во сан. приборов в доме N	Максимально-часовой расход q^{hr}	Средний расход сан. прибора q_o^{tot}	Расход сан. приборов с максим. выпуском сточных вод q_o^s	P	NP	α	$q=5q_o\alpha$	$q_{расч}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K1 – 1	48	48	10,5	0,3	1,6	0,01	0,48	0,665	0,998	2,598
K1 – 2	48	48	10,5	0,3	1,6	0,01	0,48	0,665	0,998	2,598
K1 – 3	48	48	10,5	0,3	1,6	0,01	0,48	0,665	0,998	2,598
K1 – 4	48	48	10,5	0,3	1,6	0,01	0,48	0,665	0,998	2,598
K1 – 5	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 6	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 7	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 8	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 9	72	72	12,5	0,2	1,6	0,017	1,224	1,071	1,071	2,671
K1 – 10	72	72	12,5	0,2	1,6	0,017	1,224	1,071	1,071	2,671
K1 – 11	72	72	12,5	0,2	1,6	0,017	1,224	1,071	1,071	2,671
K1 – 12	72	72	12,5	0,2	1,6	0,017	1,224	1,071	1,071	2,671
K1 – 13	168	168	12,5	0,2	1,6	0,017	2,856	1,763	1,763	3,363
K1 – 14	168	168	12,5	0,2	1,6	0,017	2,856	1,763	1,763	3,363
K1 – 15	168	168	12,5	0,2	1,6	0,017	2,856	1,763	1,763	3,363
K1 – 16	168	168	12,5	0,2	1,6	0,017	2,856	1,763	1,763	3,363
K1 – 17	120	120	12,5	0,2	1,6	0,017	2,04	1,437	1,437	3,037
K1 – 18	120	120	12,5	0,2	1,6	0,017	2,04	1,437	1,437	3,037
K1 – 19	120	120	12,5	0,2	1,6	0,017	2,04	1,437	1,437	3,037
K1 – 20	120	120	12,5	0,2	1,6	0,017	2,04	1,437	1,437	3,037
K1 – 21	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 22	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 23	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89
K1 – 24	80	80	10,5	0,3	1,6	0,01	0,8	0,860	1,29	2,89

Расчет уклонов выпусков.

Подбор канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости в трубопроводах V и наполнение H/D_y таким образом, чтобы для всех трубопроводов выполнялось условие:

$$V \cdot \sqrt{\frac{H}{D_y}} \geq 0,6 \quad (22)$$

При этом скорость движения жидкости V должна быть более 0,7 м/с., а наполнение H/D_y трубопровода не менее 0,3.(см. п. 18.2.[2]).

Таблица № 9

№ дома	№ выпуска	Расход Q	Диаметр мм.	Уклон i	Наполнение h/d	Скорость V , м/с	$V \sqrt{h/d}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	K1-9	2,671	100	0,035	0,37	1	0,61
	K1-10	2,671	100	0,035	0,37	1	0,61
	K1-11	2,671	100	0,035	0,37	1	0,61
	K1-12	2,671	100	0,035	0,37	1	0,61
2	K1-1	2,598	100	0,035	0,37	0,99	0,60
	K1-2	2,598	100	0,035	0,37	0,99	0,60
	K1-3	2,598	100	0,035	0,37	0,99	0,60

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Расчет внутриквартирной сети	Лист
							21

	K1-4	2,598	100	0,035	0,37	0,99	0,60
3	K1-5	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-6	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-7	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-8	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
4	K1-13	3,363	100	0,02	0,5	0,86	0,61
	K1-14	3,363	100	0,02	0,5	0,86	0,61
	K1-15	3,363	100	0,02	0,5	0,86	0,61
	K1-16	3,363	100	0,02	0,5	0,86	0,61
5	K1-21	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-22	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-23	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
	K1-24	2,89	100	0,03	0,41	0,97	0,62
6	K1-17	3,037	100	0,025	0,44	0,92	0,61
	K1-18	3,037	100	0,025	0,44	0,92	0,61
	K1-19	3,037	100	0,025	0,44	0,92	0,61
	K1-20	3,037	100	0,025	0,44	0,92	0,61

Определение минимальной глубины колодцев канализационных выпусков.

Минимальная глубина колодцев выпусков на канализационной сети определяется по формуле:

$$h_{\min} = (h_{\text{пр}} - 0,3) + i \cdot l + d_{\text{двор}}, \text{ м} \quad (23)$$

где $h_{\text{пр}}$ - глубина промерзания грунта (см. задание);

i - уклон (см. таблицу 4);

l - длина выпуска (см. генплан);

$d_{\text{двор}}$ - диаметр дворовой сети (150 мм).

Расчет сведен в таблицу №11

Таблица № 10

№ колодца	$H_{\text{пром}} - 0,3$	Уклон i	Длина выпуска $L, \text{ м.}$	Потери $h, \text{ м.}$	Диаметр $d, \text{ мм.}$	Минимальная глубина заложения $h_{\min}, \text{ м.}$
1	2	3	4	5	6	7
K1-9	0,8	0,035	3	0,105	100	1,05
K1-10	0,8	0,035	3	0,105	100	1,05
K1-11	0,8	0,035	3	0,105	100	1,05
K1-12	0,8	0,035	3	0,105	100	1,05
K1-1	0,8	0,035	4,5	0,758	100	1,71
K1-2	0,8	0,035	4,5	0,758	100	1,71
K1-3	0,8	0,035	4,5	0,758	100	1,71
K1-4	0,8	0,035	4,5	0,758	100	1,71
K1-5	0,8	0,03	5	0,15	100	1,1
K1-6	0,8	0,03	5	0,15	100	1,1
K1-7	0,8	0,03	5	0,15	100	1,1
K1-8	0,8	0,03	5	0,15	100	1,1
K1-13	0,8	0,02	3	0,06	100	1,01
K1-14	0,8	0,02	3	0,06	100	1,01
K1-15	0,8	0,02	3	0,06	100	1,01
K1-16	0,8	0,02	3	0,06	100	1,01
K1-21	0,8	0,03	4,5	0,135	100	1,08
K1-22	0,8	0,03	4,5	0,135	100	1,08
K1-23	0,8	0,03	4,5	0,135	100	1,08
K1-24	0,8	0,03	4,5	0,135	100	1,08
K1-17	0,8	0,025	4,5	0,113	100	1,06
K1-18	0,8	0,025	4,5	0,113	100	1,06
K1-19	0,8	0,025	4,5	0,113	100	1,06
K1-20	0,8	0,025	4,5	0,113	100	1,06

Определение расчетных расходов внешних участков сети.

Расчет производится по методике расчета внутренней сети (п. 2.1) [2], аналогично расчету выпусков, так как не один участок сети не превышает расхода величиной 5 л/с.

Таблица №11 Определение расчетных расходов участков внешней сети с одинаковыми водопотребителями

Таблица № 11

Наименован. участка	Кол-во водопотреб. U _о , чел	Кол-во сан. приборов в доме N, шт	Максим. часовой расход q _{1 hr} , л/ч	Средний расход сан. прибора q _о , л/с	Расход сан. приборов с максим. выпуском сточных вод q _о ^s , л/с	NP	α	q=5q _о α л/с	q _{расч} л/с
КК1-1-КК1-2	48	48	10,5	0,3	1,6	0,48	0,665	0,998	2,598
КК1-2-КК1-3	96	96	10,5	0,3	1,6	0,96	0,948	1,422	3,022
КК1-3-КК1-4	144	144	10,5	0,3	1,6	1,44	1,191	1,787	3,387
КК1-4-КК1-8	192	192	10,5	0,3	1,6	1,92	1,394	2,091	3,691
КК1-8-КК1-27	272	272	10,5	0,3	1,6	2,72	1,724	2,586	4,186
КК1-5-КК1-6	80	80	10,5	0,3	1,6	0,8	0,860	1,29	2,89
КК1-6-КК1-7	160	160	10,5	0,3	1,6	1,6	1,261	1,892	3,492
КК1-7-КК1-27	240	240	10,5	0,3	1,6	2,4	1,604	2,406	4,006
КК1-27-КК1-31	512	512	10,5	0,3	1,6	5,12	2,592	3,888	5,488
КК1-9-КК1-10	72	72	12,5	0,2	1,6	1,224	1,071	1,071	2,671
КК1-10-КК1-11	144	144	12,5	0,2	1,6	2,448	1,644	1,644	3,244
КК1-11-КК1-12	216	216	12,5	0,2	1,6	3,672	2,102	2,102	3,702
КК1-12-КК1-13	288	288	12,5	0,2	1,6	4,896	2,524	2,524	4,124
КК1-13-КК1-14	456	456	12,5	0,2	1,6	7,752	3,462	3,462	5,062
КК1-14-КК1-15	624	624	12,5	0,2	1,6	10,608	4,302	4,302	5,902
КК1-15-КК1-16	792	792	12,5	0,2	1,6	13,464	5,103	5,103	6,703
КК1-16-КК1-30	960	960	12,5	0,2	1,6	16,32	5,876	5,876	7,476
КК1-17-КК1-18	120	120	12,5	0,2	1,6	2,04	1,437	1,437	3,037
КК1-18-КК1-19	240	240	12,5	0,2	1,6	4,08	2,246	2,246	3,846
КК1-19-КК1-20	360	360	12,5	0,2	1,6	6,12	2,924	2,924	4,524
КК1-20-КК1-21	480	480	12,5	0,2	1,6	8,16	3,585	3,585	5,185

Расход на участках которые обслуживают разных водопотребителей определяем по методике изложенной в пункте 3.2 - 3.6 [2]

$$q_o = \frac{\sum_1^i N_i \cdot P_i \cdot q_{oi}}{\sum_1^i N_i \cdot P_i}, \quad (24)$$

где P_i – вероятность действия санитарно-технических приборов, определенная для каждой группы водопотребителей

q_{oi} – секундный расход воды, для каждой группы водопотребителей

$$P_{\sum i} = \frac{\sum_1^i N_i \cdot P_i}{\sum_1^i N_i}, \quad (25)$$

где N_i – количество приборов обслуживающих группу водопотребителей

Расчет сводим в таблицу №12

Таблица №12 Определение расчетных расходов участков внешней сети с разными водопотребителями

						Расчет внутриквартальной сети	Лист
							23
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Таблица № 12

Наименован. Участка	U _о , чел		N, шт		Q _о ^s , л/с	Q ^{hr} , л/ч		Q _о , л/с		P		q _о , л/с	P _{Σi}	α	q=5q _о α л/с	Q _{расч} л/с
	4 степ.	6 степ.	4 степ.	6 степ.		4 степ.	6 степ.	4 степ.	6 степ.	4 степ.	6 степ.					
КК1-21-КК1-22	80	480	80	480	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,214	0,016	3,828	4,096	5,696
КК1-22-КК1-23	160	480	160	480	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,225	0,015	4,008	4,509	6,11
КК1-23-КК1-24	240	480	240	480	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,233	0,015	4,361	5,08	6,681
КК1-24-КК1-30	320	480	320	480	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,240	0,014	4,477	5,372	6,97
КК1-30-КК1-31	320	1440	320	1440	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,218	0,016	8,955	9,761	11,36
КК1-31-КК1-С	832	1440	832	1440	1,6	10,5	12,5	0,3	0,2	0,00972	0,017	0,237	0,014	9,957	11,8	34,4

Гидравлический расчет.

Целью гидравлического расчета является:

- определение уклонов участков канализационной сети;
- определение скоростей движения жидкости в трубах на этих участках;
- определение величин наполнения в трубах;
- определение отметок земли всех расчетных точек системы;
- определение отметок лотков и шельг трубопроводов на всех расчетных точках системы;
- определение глубины заложения трубопроводов.

Уклон, скорость и наполнение принимаются по [4], в зависимости от расхода сточных вод при условии, что скорость движения жидкости более 0,7 м/с, а наполнение менее 0,6. Глубина заложения не должна быть менее минимальной, а не меньше чем по рассчитанной п.2.3 (таблица №11). Расчет сведен в таблицу №13

						Расчет внутриквартальной сети	Лист
							24
Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата		

Таблица № 13

Номер		Отм. земли	q, л/с	Длина l, м	Диам. d, мм	Уклон i	Наполн. h/d	Скор. V,	Падение h=il,	Отм. лотка трубы,		Отм. шельги		Глубина		Глубина колодца,
Расч.	Расч.									н	к	н	к	н	к	
КК1-1		103,4														2,86
	1-2		2,598	12,5	150	0,008	0,31	0,56	0,1	100,54	100,44	100,69	100,59	2,86	2,26	
КК1-2		102,7														2,26
	2-3		3,022	15	150	0,008	0,33	0,59	0,12	100,44	100,32	100,59	100,47	2,26	1,68	
КК1-3		102														1,68
	3-4		3,387	12,5	150	0,008	0,35	0,61	0,1	100,32	100,22	100,47	100,37	1,68	1,38	
КК1-4		101,6														1,38
	4-8		3,691	67	150	0,008	0,37	0,62	0,54	100,22	99,68	100,37	99,83	1,38	1,82	
КК1-8		101,5														1,82
	8-27		4,186	44,5	150	0,008	0,4	0,64	0,35	99,68	99,33	99,83	99,47	1,82	2,67	
КК1-27		102														2,67
	27-31		5,488	38,5	150	0,008	0,46	0,69	0,31	99,33	99,02	99,47	99,17	2,67	2,98	
КК1-31		102														3,23
КК1-5		103,2														2,28
	5-6		2,89	13	150	0,03	0,23	0,93	0,39	100,92	100,53	101,07	100,68	2,28	2,37	
КК1-6		102,9														2,37
	6-7		3,492	12,5	100	0,03	0,25	0,99	0,38	100,53	100,15	100,68	100,3	2,37	2,35	
КК1-7		102,5														2,35
	7-27		4,006	30,7	100	0,03	0,27	1,02	0,92	100,15	99,23	100,3	99,38	2,35	2,77	
КК1-27		102														2,77
КК1-9		104,4														2,77
	9-10		2,671	10	150	0,015	0,26	0,71	0,15	101,63	101,48	101,78	101,63	2,77	2,92	
КК1-10		104,4														2,92
	10-11		3,244	10	150	0,015	0,29	0,75	0,15	101,48	101,33	101,63	101,48	2,92	2,97	
КК1-11		104,3														2,97
	11-12		3,702	10	150	0,015	0,31	0,78	0,15	101,33	101,18	101,48	101,33	2,97	3,12	
КК1-12		104,3														3,12
	12-13		4,124	38	150	0,015	0,33	0,81	0,57	101,18	100,61	101,33	100,76	3,12	2,89	
КК1-13		103,5														2,89
	13-14		5,062	13	150	0,015	0,37	0,85	0,19	100,61	100,42	100,76	100,57	2,89	2,08	
КК1-14		102,5														2,08
	14-15		5,902	13	150	0,015	0,4	0,89	0,19	100,42	100,23	100,57	100,38	2,08	1,27	
КК1-15		101,5														1,27
	15-16		6,703	13	150	0,015	0,43	0,92	0,19	100,23	100,04	100,38	100,19	1,27	1,16	
КК1-16		101,2														1,16
	16-30		7,476	16	150	0,015	0,46	0,95	0,24	100,04	99,8	100,19	99,95	1,16	1,3	
КК1-30		101,1														1,72
КК1-17		103,4														1,9
	17-18		3,037	13	150	0,009	0,32	0,62	0,12	101,5	101,38	101,65	101,53	1,9	1,62	
КК1-18		103														1,62
	18-19		3,846	13	150	0,009	0,37	0,66	0,12	101,38	101,26	101,53	101,41	1,62	1,24	
КК1-19		102,5														1,24
	19-20		4,524	14	150	0,009	0,4	0,69	0,13	101,26	101,13	101,41	101,28	1,24	0,97	
КК1-20		102,1														0,97
	20-21		5,185	52,6	150	0,009	0,43	0,71	0,47	101,13	100,66	101,28	100,81	0,97	0,84	
КК1-21		101,5														0,84
	21-22		5,696	10	150	0,009	0,45	0,73	0,09	100,66	100,57	100,81	100,72	0,84	1,03	
КК1-22		101,6														1,03
	22-23		6,11	62	150	0,009	0,47	0,74	0,56	100,57	100,01	100,72	100,16	1,03	1,49	
КК1-23		101,5														1,49
	23-24		6,681	10	150	0,009	0,5	0,76	0,09	100,01	99,92	100,16	100,07	1,49	1,58	
КК1-24		101,5														1,58
	24-30		6,97	60,5	150	0,009	0,51	0,77	0,54	99,92	99,38	100,07	99,53	1,58	1,72	
КК1-30		101,1														1,72
	30-31		11,36	67,3	150	0,009	0,7	0,85	0,61	99,38	99,77	99,53	99,92	1,72	3,23	
КК1-31		102														3,23
	31-С		34,4	7,9	250	0,009	0,59	1,14	0,07	99,77	98,7	99,92	98,85	3,23	3,3	
КК1-С		102														3,9

Заключение.

По результатам расчета была за проектирована тупиковая водопроводная сеть. Главная магистраль выполнена из чугунных раструбных труб диаметром 150 мм. Вводы в здания выполняются из стальных труб диаметром 50 мм. На всех отводах к зданиям установлены задвижки соответствующих диаметров. Запроектировано 4 пожарных гидранта.

По результатам расчета на хозяйственно-максимальный и пожарный расход выяснилось, что в домах №1, №2, №6 не хватает требуемого напора воды. В связи с этим необходимо установить дополнительное оборудование, чтобы повысить напор (в частности можно установить насосы) Магистрالی канализация выполняется из чугунных раструбных труб диаметром 150 мм и 250 мм. Выпуски из зданий проектируются диаметром 100мм.

						<i>Расчет внутриквартальной сети</i>	<i>Лист</i>
							26
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

