

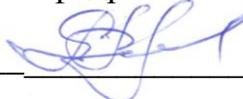
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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 проведению практических (семинарских) занятий
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)

Исходные данные для проведения практических занятий:

	№1	№2	№3	№4	№5
Наименование здания	Детский сад	Жилой дом	Жилой дом	Жилой дом	Почта. Отделение связи
Этажность	2	12	5	5	1
Наличие центрального горячего водоснабжения	да	да	да	нет	нет
Тип водопользователя	с дневным пребыванием детей. Со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	Административные здания
Кол-во водопользователей	100 детей	600 человек	400 человек	400 человек	5 работников
Дополнительные водопользователи		Продовольственный магазин (5 человек)	Аптека (2 работника)		

Глубина промерзания – 1,4м

Тип грунта – глина

Радиус действия ПГ – 80м

Глубина заложения грунтовых вод – 3м

Гарантированный напор – 45м

1. Определение среднесуточного расхода воды

Для населённых пунктов проектируются водопроводы хозяйственно-питьевого назначения с целью обеспечения водой жилых, коммунально-бытовых и общественных зданий, а также промышленных предприятий. Кроме того, при проектировании водопровода должен учитываться расход воды на нужды пожаротушения, а также нестандартное сантехническое оборудование и расход воды на полив зеленых насаждений.

Используем нормативные документы:

СП 30.13330 «Внутренний водопровод и канализация зданий» .

Таблица 1. Среднесуточные расходы

Наименование объекта	Тип водопользователя	Кол-во	Удельная норма водопот. в ср. сутки	Итого, л/сут
Дет. сад	С дневным пребыванием детей. Со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	100	50	6080
Жилой дом 2	С ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	600	145	88080
Прод. магазин	Продовольственный магазин	5	185	2005
Жилой дом 3	С ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	400	145	59080
Аптека	Лаборатория приготовления лекарств	2	255	1590
Жилой дом 4	С ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	400	145	59080

Почта	Административные здания	5	7	1115
				217030

К среднесуточным расходам были добавлены расходы поливомоечного крана 1080 л/с, обеспечивающий полив зеленых насаждений возле каждого здания квартала.

2. Проектирование канализации

2.1. Определение среднесуточных расходов.

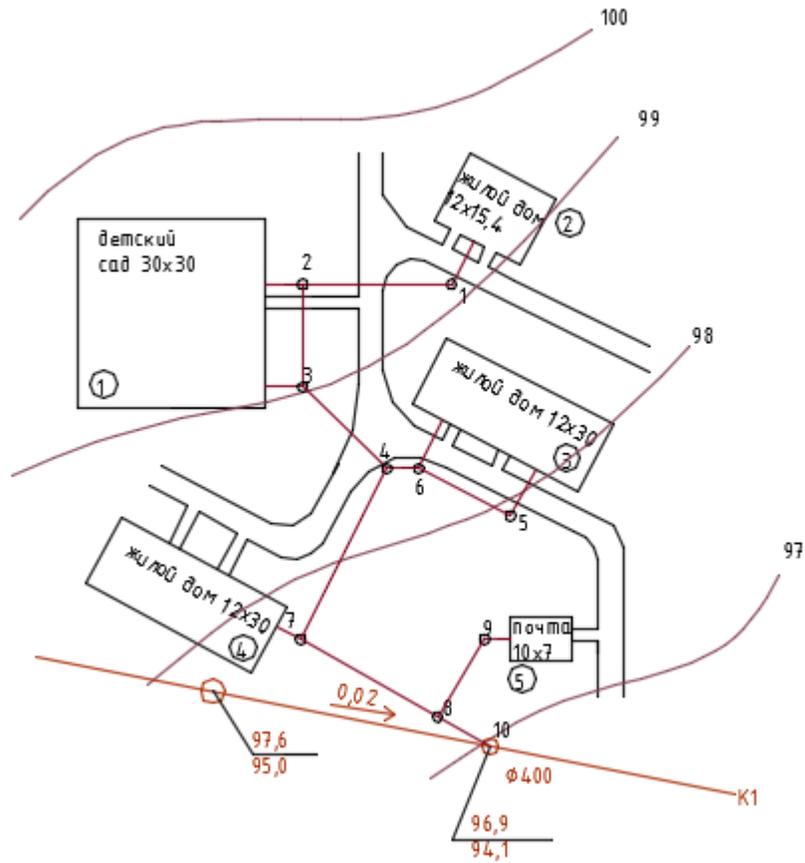


Рис.1. Схема водоотведения квартала.

Таблица 2. Среднесуточные расходы на водоотведение.

№ уч-ка	Водопользователи	Норма	Кол-во водоп-лей	Q ^{сут} _{ср}	
				л/сут	л/с
1-2	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
					1,750
2-3	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
	Дет. сад 1/2	75	50	3750	0,043
					1,793
3-4	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
	Дет. сад	75	100	7500	0,087
					1,837
5-6	Жилой дом 3 1/2	250	200	50000	0,579
	Аптека	310	2	620	0,007
					0,586
6-4	Жилой дом 3	250	400	100000	1,157
	Аптека	310	2	620	0,007
					1,164
4-7	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
	Дет. сад	75	100	7500	0,087
	Жилой дом 3	250	400	100000	1,157
	Аптека	310	2	620	0,007
					3,001
7-8	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
	Дет. сад	75	100	7500	0,087
	Жилой дом 3	250	400	100000	1,157
	Аптека	310	2	620	0,007
	Жилой дом 4	145	400	58000	0,671
					3,672

9-8	Почта	12	5	60	0,001
8-10	Жилой дом 2	250	600	150000	1,736
	Магазин	250	5	1250	0,014
	Дет. сад	75	100	7500	0,087
	Жилой дом 3	250	400	100000	1,157
	Аптека	310	2	620	0,007
	Жилой дом 4	145	400	58000	0,671
	Почта	12	5	60	0,001
					3,673

В связи с тем, что среднесуточные расходы на водоотведение квартала вышли менее 5 л/с, расчетные расходы определяются согласно методике, изложенной в СП 30.13330 «Внутренний водопровод и канализация зданий» для внутренних сетей.

2.2. Определение расчетных расходов на водоотведение.

Данная методика основана на вероятности одновременной работы санитарно-технических приборов в зависимости от числа водопользователей.

Таблица 3. Расчетные расходы на водоотведение.

№ уч-ка	Водопользователи	Кол-во водоп-лей	q^{hr}	q_0	NP	α	q_0	$q=5q_0\alpha$	$Q_{расч.},$ л/с
1-2	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				
					8,838	3,779	0,3	5,67	7,27
2-3	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				
	Дет. сад 1/2	50	18	0,2	1,250				
					10,088	4,152	0,288	5,98	7,58
3-4	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				
	Дет. сад	100	18	0,2	2,500				
					11,338	4,516	0,278	6,28	7,88
5-6	Жилой дом 3 1/2	200	15,6	0,3	2,889				
	Аптека	2	32	0,2	0,089				
					2,978	1,832	0,297	2,72	4,32
6-4	Жилой дом 3	400	15,6	0,3	5,778				
	Аптека	2	32	0,2	0,089				
					5,867	2,847	0,298	4,24	5,84
4-7	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				
	Дет. сад	100	18	0,2	2,500				
	Жилой дом 3	400	15,6	0,3	5,778				
	Аптека	2	32	0,2	0,089				
					17,205	6,148	0,285	8,76	8,76
7-8	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				

	Дет. сад	100	18	0,2	2,500				
	Жилой дом 3	400	15,6	0,3	5,778				
	Аптека	2	32	0,2	0,089				
	Жилой дом 4	400	5,6	0,2	3,111				
					20,316	6,976	0,272	9,49	9,49
9-8	Почта	5	4	0,1	0,056	0,283	0,1	0,14	1,74
8-10	Жилой дом 2	600	15,6	0,3	8,667				
	Магазин	5	37	0,3	0,171				
	Дет. сад	100	18	0,2	2,500				
	Жилой дом 3	400	15,6	0,3	5,778				
	Аптека	2	32	0,2	0,089				
	Жилой дом 4	400	5,6	0,2	3,111				
	Почта	5	4	0,1	0,056				
					20,371	6,991	0,271	9,47	9,47

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.

2.3. Гидравлический расчет водоотводящей сети квартала.

Гидравлический расчет заключается в определении оптимальных скоростей и диаметров для сети. Минимальный диаметр внутриквартальной сети составляет 150 мм, а скорость – 0,7 м/с, которая от участка к участку не должна снижаться.

Минимальный уклон для трубопровода диаметром 150 мм – 0,007; для 200 мм – 0,008.

Результаты расчетов сведем в таблицу 4.

Таблица 4. Гидравлический расчет канализационной сети.

№ уч-ка	Расчетный расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Наполнение Н/D	Уклон i
1-2	7,27	150	0,74	0,54	0,008
2-3	7,58	150	0,75	0,55	0,008
3-4	7,88	150	0,76	0,57	0,008
5-6	4,32	150	0,71	0,38	0,01
6-4	5,84	150	0,71	0,47	0,008
4-7	8,76	200	0,78	0,39	0,008
7-8	9,49	200	0,8	0,41	0,008
9-8	1,74	150	0,7	0,2	0,02
8-10	9,47	200	0,83	0,39	0,009

В местах пересечения сети с дорогами (участки 1-2 и 3-4) трубопровод надлежит прокладывать в футляре диаметром 200 мм.

3. Водоснабжение.

3.1. Категория надежности и тип сети.

Принимаем объединенную систему водоснабжения хозяйственно-питьевую совместно с противопожарной. Исходя из численности населения (до 5000 чел) была запроектирована сеть с 3 категорией надежности. В связи с малой площадью застройки и небольшой длиной трубопроводов (менее 200 м от подключения к городской сети до последнего гидранта), принимаем тупиковую сеть.

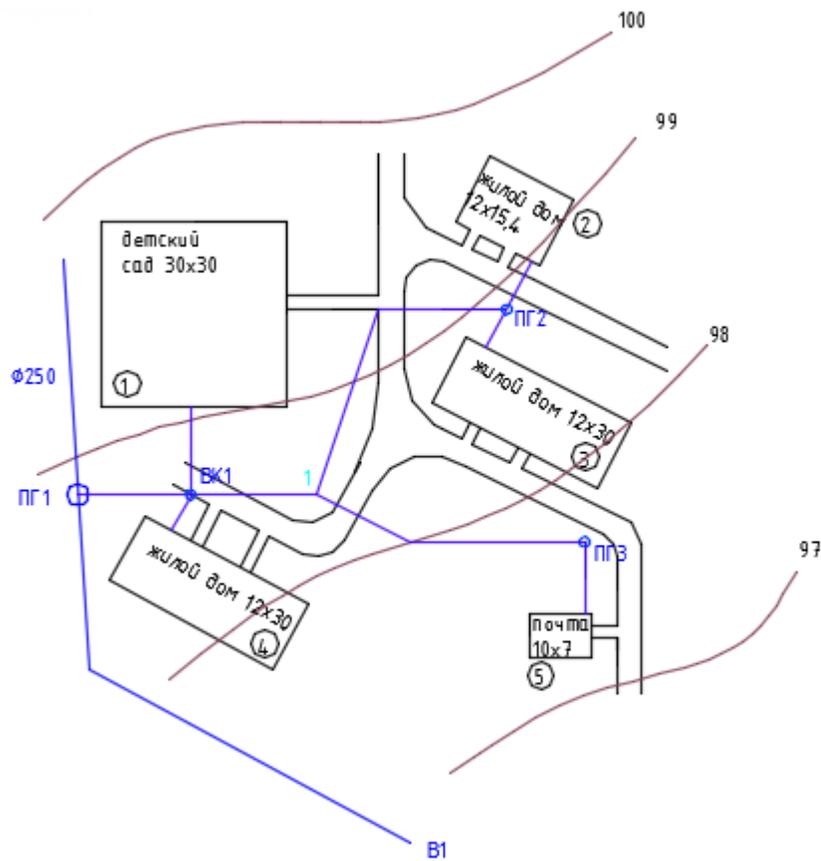


Рис.2. Трассировка водопроводной сети.

3.2. Определение расчетных расходов.

3.2.1. Расходы на пожаротушение.

В соответствии с СП 8.13 « Источники наружного противопожарного водоснабжения» расходы на пожаротушение зависят от этажности здания, строительного объема, категории пожарной опасности. По вышеизложенным пунктам были рассчитаны расходы на пожаротушение и количество пожарных гидрантов, обслуживающих здания.

Таблица 5. Расходы на пожаротушение и количество гидрантов.

Наименование объекта	Показатели	$Q_{\text{п.ож.}}$	Кол-во ПГ	Обслуживается ПГ
Детск. сад	2 этажа	15	2	ПГ1, ПГ2
	Строит. объем 5940 м ³			
	Класс ФПО Ф1			
Жилой дом 2	12 этажей	15	2	ПГ2, ПГ3
	Строит. объем 7318 м ³			
	Класс ФПО Ф1			
Прод. магазин	1 этаж	10	1	ПГ2
	Строит. объем			
	Класс ФПО Ф3			
Жилой дом 3	5 этажей	15	2	ПГ2, ПГ3
	Строит. объем 5940 м ³			
	Класс ФПО Ф1			
Аптека	1 этаж	10	1	ПГ3
	Строит. объем			
	Класс ФПО Ф3			

Жилой дом 4	5 этажей	15	2	ПГ1, ПГ3
	Строит. объем 5940м ³			
	Класс ФПО Ф1			
Почта	1 этаж	10	1	ПГ3
	Строит. объем 231 м ³			
	Класс ФПО Ф3			

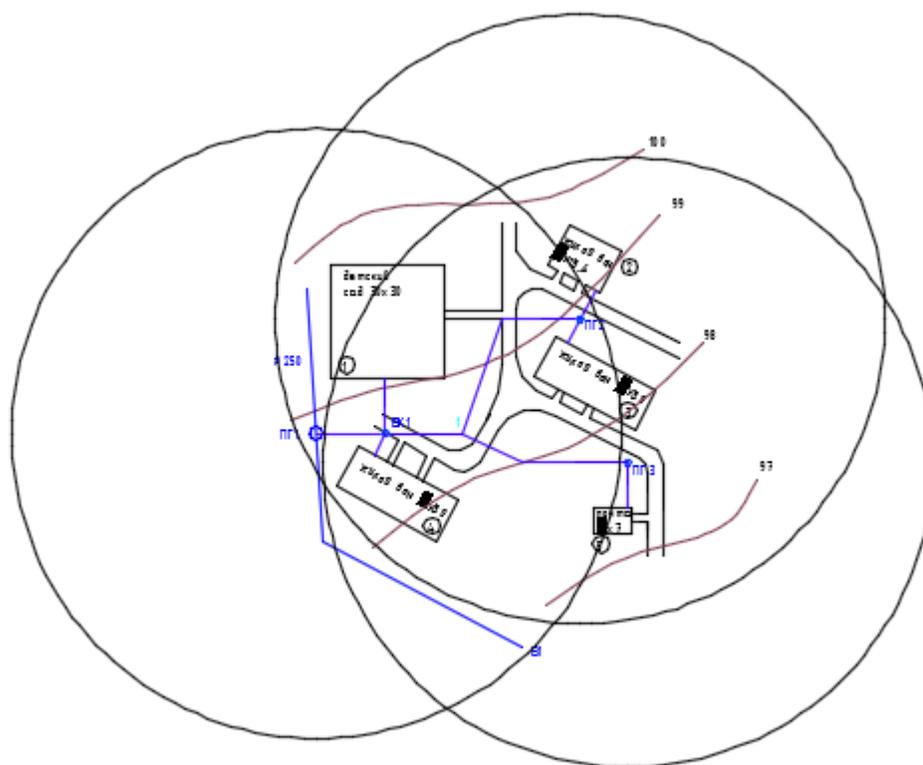


Рис.3. Схема покрытия гидрантов.

3.2.2. Расчетные расходы в час хоз-максимума.

Результаты расчетов сведем в таблицу 6.

Таблица 6. Расчетные расходы в час х-м.

№ уч-ка	Водопользователи	Кол-во водоп-лей	Норма, л/ч	Итого, л/с
ПГ1-ВК1	Детск. сад	100	10	0,2778
	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132
	Жилой дом 4	400	5,6	0,6222
	Почта	5	2	0,0028
				2,9985
ВК1-1	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132
	Почта	5	2	0,0028
				2,0985
1-ПГ3	Почта	5	2	0,0028
1-ПГ2	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132

3.2.3. Расчетные расходы в час пожара.

В час пожара водопроводная сеть должна пропустить и хозяйственно-бытовой расход, и расход на пожаротушение.

Таблица 7. Расчетные расходы в час пожара.

№ уч-ка	Водопользователи	Кол-во водоп-лей	Норма, л/ч	Итого, л/с
ПГ1-ВК1	Детск. сад	100	10	0,2778
	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132
	Жилой дом 4	400	5,6	0,6222
	Почта	5	2	0,0028
				17,9985
ВК1-1	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132
	Почта	5	2	0,0028
				17,0985
1-ПГ3	Почта	5	2	15,0028
1-ПГ2	Жилой дом 2	600	5,6	0,9333
	Прод. магазин	5	27,4	0,0381
	Жилой дом 3	400	10	1,1111
	Аптека	2	23,8	0,0132
				17,0957

3.3. Гидравлический расчет водопроводной сети.

При малых расходах диаметр задаётся без расчёта. В связи с тем, что на концах сети располагаются пожарные гидранты, для которых минимальный диаметр составляет 150 мм, то принимаю на всех участках диаметр 150 мм. В местах пересечения трубопроводов и дорог (участки ВК1-1, 1-ПГ2, 1-ПГ3) предусмотрены футляры диаметром 200 мм. Уклон сети – минимальный в сторону понижения рельефа. Принимаем трубы ПЭ ГОСТ 18599.

3.3.1. Определение потерь напора на участках сети.

Потери напора в трубопроводах систем подачи и распределения воды вызываются гидравлическим сопротивлением труб и стыковых соединений, а также арматуры и соединительных частей.

Потери напора на единицу длины трубопровода («гидравлический уклон») i с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений следует определять по формуле (3) Приложения 10 СНиП 2.04.02-84* «Наружные сети и сооружения»:

$$i = \frac{Kq^n}{d^p},$$

где q - расчетный расход воды, м³/с;

d - расчетный внутренний диаметр труб, м.

Значения коэффициента K и показателей степени n и p следует принимать для пластмассовых труб:

$$1000K=1,052$$

$$p=4,774$$

$$n=1,774$$

Результаты вычислений сведены в таблицу 8 и 9.

Таблица 8. Потери напора в час х-м.

Уч-ок	Расход, л/с	Диаметр, мм	Длина, м	i	Потери напора
ПГ1- ВК1	2,999	150	16,77	0,000301656	0,005
ВК1-1	2,099	150	21,74	0,000160179	0,003
1-ПГ3	0,0028	150	45,13	0,00000000127	0,001
1-ПГ2	2,096	150	53,18	0,000159773	0,008

Таблица 9. Потери напора в час пожара.

Уч-ок	Расход, л/с	Диаметр, мм	Длина, м	i	Потери напора
ПГ1- ВК1	17,999	150	16,77	0,0072	0,122
ВК1-1	17,099	150	21,74	0,0066	0,144
1-ПГ3	15,003	150	45,13	0,0052	0,237
1-ПГ2	17,096	150	53,18	0,0066	0,352

3.3.2. Определение пьезометрических и свободных напоров в колодцах в час максимального водопотребления.

В основу расчета положено требование о необходимости обеспечения в любой точке водопроводной сети населенного пункта свободного напора не более 60 м, но и не менее требуемого:

$$H_{\text{св.тр.}} = 10 + 4 \cdot (n - 1), \text{ м. где } n - \text{ число этажей зданий.}$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 10.

Таблица 10. Пьезометрические и свободные напоры в точках в час х-м.

№ точки	Z _{земли} , м	H _{св} , м	H _п , м	Потери напора, м	H _{св.тр.} , м
ПГ1	98,8	45	143,800		-
				0,005	
ВК1	98,7	45,095	143,795		26
				0,003	
1	98,5	45,292	143,792		-

				0,001	
ПГ3	97,7	46,091	143,791		10
1	98,5	45,292	143,792		-
				0,008	
ПГ2	98,9	44,884	143,784		54

Как видно выше, в точке ПГ2 свободный напор не обеспечивает минимально требуемый для здания №2. Требуется установка повысительного насоса.

3.3.3. Определение пьезометрических и свободных напоров в колодцах в час пожара.

Главным требованием при определении пьезометрических и свободных напоров в сети в случай пожара, является обеспечения напора во всех расчетных точках более 10 м.

Вычисляем пьезометрические и свободные напоры для всех точек сети с учетом потерь напора по длине в таблице 11.

Таблица 11. Пьезометрические и свободные напоры в точках в час пожара.

№ точки	Z _{земли} , м	H _{св} , м	H _п , м	Потери напора, м	H _{св} ^{ТР} , м
ПГ1	98,8	45	143,800		-
				0,122	
ВК1	98,7	44,978	143,678		10
				0,144	
1	98,5	45,034	143,534		-
				0,237	
ПГ3	97,7	45,597	143,297		10
1	98,5	45,034	143,534		-
				0,352	
ПГ2	98,9	44,282	143,182		10

Во всех точках напор превышает 10 м, что соответствует требованиям СП 31.13330 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».