

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
код – наименование направления

«Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки»
тема

Руководитель _____ к.б.н., доцент Е.Ю. Гуменная
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ О. В. Полей
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение коттеджного поселка и методы водоподготовки» содержит 55 страниц текстового документа, 5 иллюстраций, 16 таблиц, 29 использованных источников, 6 листов графического материала.

ВОДОЗАБОР ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА (СКВАЖИНА), ОБОРУДОВАНИЕ СКВАЖИНЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОДОПОДГОТОВКИ, НАПОРНЫЙ ФИЛЬТР, УФ-УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ, ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ, УЩЕРБ.

Подземные воды.

Объектом разработки и исследования является коттеджный поселок, находящийся в Красноярском крае.

Цель работы: проектирование сети водоснабжения, разработка водозабора подземного источника, проектирование станции водоподготовки

Задачами проекта являются:

– расчет сети водоснабжения.

Определить необходимое количество воды, которое будет поступать в сеть, а также параметры сети (диаметр труб, длина);

– анализ подземного источника.

Провести исследование подземных вод, оценить их качество и пригодность для использования в качестве источника водоснабжения;

– разработка станции водоподготовки.

Выбрать оборудование и материалы для строительства.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Водопотребление поселка	7
1.3 Режим работы насосной станции первого подъема	13
1.4 Предварительное потокораспределение.....	17
1.5 Гидравлический расчет кольцевой сети	22
1.6 Выбор труб для устройства системы поселка.....	26
2 Расчет скважины	27
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод	27
2.2 Расчет скважины	28
2.3 Устройство фильтра.....	29
2.4 Определение уровней воды в скважине	32
2.5 Подбор насосного оборудования	35
3 Система водоподготовки.....	39
3.1 Расчет напорного фильтра	40
3.2 Внедрение УФ-установки	44
3.3 Технические характеристики установок УФ обеззараживания серии УДВ.....	44
3.4 Подбор ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды	46
3.5 Технологическая схема водоподготовки.....	46
3.6 Оценка воздействия на атмосферный воздух	47
4. Расчет зон санитарной охраны	47

5. Эколого-экономическое обоснование.....	50
5.1 Расчет воды при изъятии воды из подземного источника	50
Заключение	52
Список использованных источников	53

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение населенных пунктов является одним из основных направлений повышения уровня жизни людей, развития сельского хозяйства и промышленности.

Для жизни и работы каждого населенного пункта необходимо большое количество воды, причем отвечающее нормами СанПиН.

Централизованное водоснабжение обеспечивает население водой, которая должна быть безопасна в отношении инфекций, безвредна по химическому составу и с хорошими органолептическими качествами.

В выпускной квалификационной работе рассмотрена актуальная тема «Водоснабжение коттеджного поселка и методы водоподготовки». В настоящее время коттеджные поселки часто строятся в России. На этапе проектирования строительства необходимо своевременно решить вопрос с водоснабжением и водоотведением таких поселков.

Чаще всего, в крупных городах России забор исходной воды производится из поверхностных источников. Для небольших населенных пунктов, классическая система водоподготовки из поверхностного источника является более затратной. Самое главное, подземные источники водоснабжения хорошо защищены.

С другой стороны, как правило, в подземных водах содержится большое содержание железа.

Для очистки воды от железа используют безнапорные фильтры обезжелезивания с упрощенной аэрацией.

Объектом водоснабжения является строящийся коттеджный поселок, находящийся в Красноярском крае.

В коттеджном поселке проживает 500 человек.

В выпускной квалификационной работе основной задачей является проектирование водозаборного сооружения из подземных источников с улучшенной системой водоподготовки.

Система водоснабжения состоит из нескольких элементов, которые работают вместе, чтобы обеспечить жителей поселка водой. Она включает в себя источник воды, насосную станцию, резервуары для хранения воды, систему трубопроводов и другие элементы, такие как фильтры и насосы. Каждый элемент системы играет важную роль в обеспечении населения питьевой водой.

1 Общие сведения

1.1 Исходные данные

В выпускной квалификационной работе рассматривается водоснабжение коттеджного поселка, расположенного вблизи Красноярского края. Поэтому характеристики района строительства, а именно климатические, гидрологические и гидрогеологические принимаются для Красноярского края.

Поселок состоит из типовых одноэтажных коттеджей, в которых проживает несколько семей.

В поселке: 100 жилых строения с земельными участками площадью 0,01 га. Средняя заселенность жилых домов – 5 человек. Общая численность населения 500 человек.

Путь сообщения коттеджного поселка с другими населенными пунктами – автомобильные дороги.

1.2 Водопотребление поселка

При расчёте водопотребления в поселке необходимо учитывать все виды потребления воды, включая бытовые, промышленные и сельскохозяйственные нужды. Также следует учитывать количество населения и количество потребителей в каждом доме или здании.

Основными потребителями воды в посёлке являются жители, коммунальные мероприятия, общественные и производственные здания, включая эксплуатацию самой системы водоснабжения:

$$Q = Q_{сут.мах} + Q_{пол} + Q_{н.р} , \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.1)$$

где $Q_{сут\ max}$ – расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, м³/сут;

$Q_{пол}$ – расход воды на полив, м³/сут;

$Q_{н.р.}$ – непредвиденные расходы воды в системе водоснабжения, м³/сут.

При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения принимается согласно СП 31.13330.2021, п. 5.1.

Расчетный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по формуле

$$Q_{сут.} = \frac{q \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.2)$$

где q – удельное водопотребление, принимаемое согласно СП 31.13330.2021, л/сут;

N – расчетное число жителей в посёлке, чел.

$$Q_{сут.} = \frac{180 \cdot 500}{1000} = 90 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{сут.max} = Q_{сут} \cdot K_{сут.max}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.3)$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, м³/сут;

$K_{сут.max}$ – коэффициент суточной неравномерности, принимается согласно СП 31.13330.2021, 1,1.

$$Q_{сут.max} = 90 \cdot 1,1 = 99 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$Q_{сут\ min} = K_{сут\ min} \cdot Q_{сут} = 0,7 \cdot 90 = 63 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где $K_{сут\ min}$ - минимальный коэффициент суточной неравномерности, принимается согласно СП 31.13330.2021, 0,7.

Коэффициенты часовой неравномерности:

$$K_{ч\ max} = a_{max} \cdot B_{max} = 1,1 \cdot 2,5 = 2,75 \quad (1.5)$$

$$K_{ч\ min} = a_{min} \cdot B_{min} = 0,7 \cdot 0,05 = 0,035 \quad (1.6)$$

Коэффициент a учитывает степень санитарно-технического благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия. Его принимают равным $a_{max}=1,2$.

Расход воды на полив в посёлке принят по удельной норме на 1 жителя:

$$Q_{пол} = \frac{Nq_{уд}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.7)$$

где $q_{уд}$ – удельная норма водопотребления на поливку в расчете на одного жителя населенного пункта, принимается по СП 31.13330.2021, л/сут на 1 человека, согласно таблице 3.

$$Q_{пол} = \frac{500 \cdot 50}{1000} = 25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расходы местной промышленности воды при эксплуатации системы водоснабжения приняты 10% от расчетного максимального суточного расхода воды:

$$Q_{м.п} = 0,1 \cdot Q_{сут.max} = 9,9 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.8)$$

Суточный расход для промышленного предприятия:

На городских молочных заводах вырабатывается широкий ассортимент продукции: питьевое молоко различных видов в разной упаковке и расфасовке, молочнокислые продукты, мороженое и другое.

$$Q_{\text{пр}} = q \cdot M, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.9)$$

где q – норма водопотребления на единицу продукции, т, принимаем $q=4,4$ т;

M – число единиц выпускаемой продукции в день, т/сут, принимаем $M = 50$ т/сут .

$$Q_{\text{пр}} = 50 \cdot 4,4 = 220 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общий расход воды в посёлке:

$$Q = 453,86 \text{ м}^3/\text{сут}$$

При проектировании систем водоснабжения необходимо учитывать возможное изменение расхода воды в течение суток, так как потребление воды может быть неравномерным. Для этого используются специальные методы расчета, которые учитывают изменение потребности воды в зависимости о времени суток.

Суммарное водопотребление поселка в течении суток представлено в таблице 1.

По данным таблицы 1 чертим ступенчатый график водопотребления населенного пункта по часам суток, рисунок 1.

Таблица 1 – Суммарное водопотребление поселка по часам суток

Часы водопотребления	Водопотребление						
	Жилой сектор		Поливочный расход	Местная промышленность	Промышленные предприятия	Суммарный расход	
	%	м ³	м ³	м ³	м ³	%	м ³
0-1	0,6	0,59	4,17	0,41		1,27	5,77
1-2	0,6	0,59	4,17	0,41		1,27	5,77
2-3	1,2	1,19	4,17	0,41		1,54	6,97
3-4	2	1,98		0,41		0,97	4,39
4-5	3,5	3,47		0,41		1,62	7,38
5-6	3,5	3,47		0,41		1,62	7,38
6-7	4,5	4,46		0,41		2,06	9,37
7-8	10,2	10,10		0,41		4,56	20,71
8-9	8,8	8,71		0,41	13,75	6,98	31,67
9-10	6,5	6,44		0,41	13,75	5,97	27,10
10-11	4,1	4,06		0,41	13,75	4,92	22,32
11-12	4,1	4,06		0,41	13,75	4,92	22,32
12-13	3,5	3,47		0,41	13,75	4,65	21,13

Окончание таблицы 1

Часы водопотребления	Водопотребление						
	Жилой сектор		Поливочный расход	Местная промышленность	Промышленные предприятия	Суммарный расход	
	%	м ³	м ³	м ³	м ³	%	м ³
13-14	3,5	3,47		0,41	13,75	4,65	21,13
14-15	4,7	4,65		0,41	13,75	5,18	23,51
15-16	6,2	6,14		0,41	13,75	5,84	26,50
16-17	10,4	10,30		0,41	13,75	7,68	34,86
17-18	9,4	9,31		0,41	13,75	7,24	32,87
18-19	7,3	7,23		0,41	13,75	6,32	28,69
19-20	1,6	1,58		0,41	13,75	3,82	17,34
20-21	1,6	1,58		0,41	13,75	3,82	17,34
21-22	1	0,99	4,17	0,41	13,75	4,48	20,32
22-23	0,6	0,59	4,17	0,41	13,75	4,30	19,52
23-24	0,6	0,59	4,17	0,41	13,75	4,30	19,52
Итого:	100	99	25	9,9	220	100	453,86

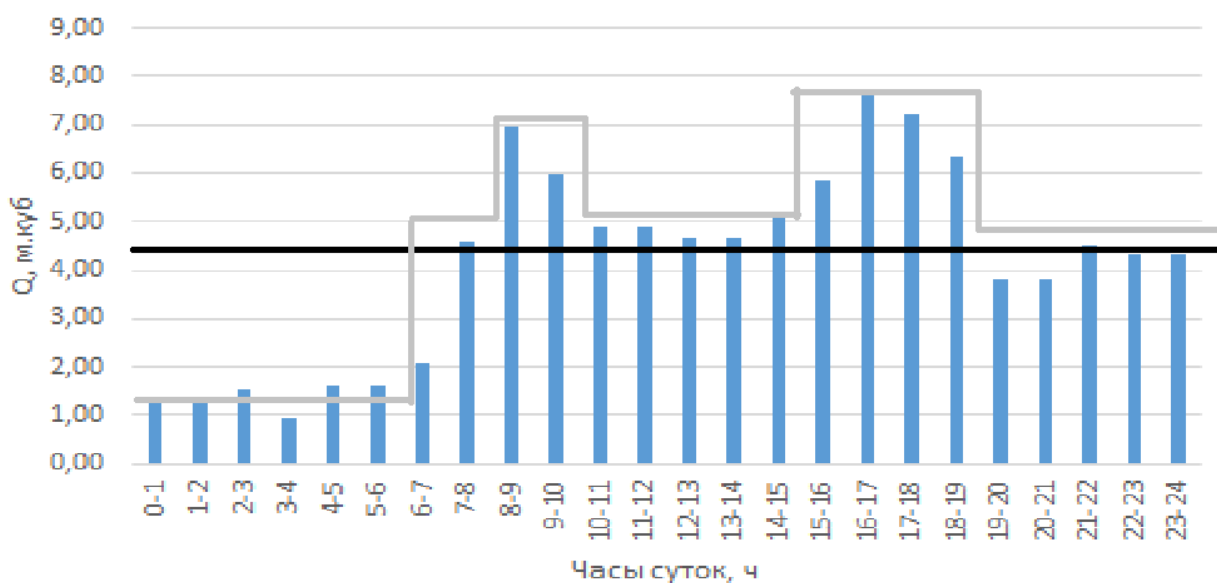


Рисунок 1 – График водопотребления поселка по часам суток и работы насосов

1.3 Режим работы насосной станции первого подъема

Насосные станции водоснабжения играют одну из основных ролей в системах. Ее задача - подача необходимого расхода воды с подходящим напором. От качества проекта, монтажа и точного подбора оснащения зависит удобство эксплуатации, оптимальные затраты при высокой надежности всей конструкции водоснабжения.

Насосные станции делятся на две категории: станции первого и второго подъема.

Задача насосной станции первого подъема- это забор воды из источника (открытого или закрытого) и подача на сооружения (очистное или накопительное, водонапорное или сразу в сети для дальнейшего распределения). Функционирование станции происходит равномерно на протяжении суток, без перерывов.

Насосная станция второго подъема – это устройство, состоящее из насосов и резервуаров. Оно предназначено для поддержания давления в системах хозяйственного или технического водоснабжения воды и подачи воды из резервуаров потребителям в необходимом количестве.

Располагаются станции, как правило, на территории очистной станции отдельно стоящего здания или совместно в одном здании со станцией водоподготовки.

Режим работы станции второго подъема близок к режиму водопотребителя.

Для компенсации несоответствия режима водопотребления поселком в системе водоснабжения предусматривают РЧВ.

Полная вместимость РЧВ:

$$W_{рчв} = W_{регул.} + W_{пожар.} + W_{сн}, \text{ м}^3 \quad (1.10)$$

где $W_{регул.}$ – регулирующий объем РЧВ, м^3 ;

$W_{пожар.}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ;

$W_{сн}$ – запас воды на собственные нужды, м^3 .

Регулирующий объем РЧВ:

$$W_{регул} = \alpha \cdot \frac{Q_{сут.мах}}{100}, \text{ м}^3 \quad (1.11)$$

$$W_{регул} = 18,89 \cdot \frac{99}{100} = 18,701, \text{ м}^3$$

где $\alpha_{мах}$ – максимальный остаток воды в баке, %

$Q_{сут.мах}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут.}$

$$W_{\text{регул}} = 18,701, \text{ м}^3$$

Противопожарный запас воды в РЧВ определяется по формуле

$$W_{\text{пожар}} = \frac{t \cdot Q_n}{24}, \text{ м}^3 \quad (1.12)$$

где Q_n – расход воды на пожаротушение, $\text{м}^3/\text{ч}$.

t – время тушения пожара, принимается согласно СП 8.13130.2020 ,
принимаем $t = 3$ ч.

$$Q_n = 3,6 \cdot n \cdot q, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (1.13)$$

где n – количество пожаров, согласно СП 8.13130.2020 , принимаем $n = 1$ по-
жар;

q – расход воды на пожаротушение, принимается согласно СП
8.13130.2020, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_n = 3,6 \cdot 1 \cdot 10 = 36 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$W_{\text{пожар}} = \frac{3 \cdot 36}{24} = 4,5 \text{ м}^3,$$

Запас воды на собственные нужды принимается в соответствии СП
31.13330.2021 от расчетного максимального суточного расхода воды и опреде-
ляется по формуле

$$W_c = 4\% \cdot Q_{\text{сут.мах}}, \text{ м}^3. \quad (1.14)$$

где $Q_{\text{сут.мах}}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$.

$$W_c = 0,04 \cdot 99 = 3,96, \text{ м}^3,$$

Полная вместимость резервуара чистой воды:

$$W_{\text{рчв}} = 18,701 + 4,5 + 3,96 = 27,16, \text{ м}^3.$$

Принимаем два РЧВ объемом 32 каждый, размерами $4 \times 4 \times 2$.

Таблица 2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы водопотребления	Режим работы НС- II (Водопотребление), %	Режим работы НС- I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
0-1	1,27	4,16		2,89	15,87
1-2	1,27	4,16		2,89	12,98
2-3	1,54	4,16		2,62	10,36
3-4	0,97	4,16		3,19	7,17
4-5	1,62	4,16		2,54	4,63
5-6	1,62	4,16		2,54	2,09
6-7	2,06	4,16		2,10	0,00
7-8	4,56	4,16	0,40		0,40
8-9	6,98	4,17	2,81		3,21
9-10	5,97	4,17	1,80		5,01
10-11	4,92	4,17	0,75		5,76
11-12	4,92	4,17	0,75		6,51
12-13	4,65	4,17	0,48		6,99
13-14	4,65	4,17	0,48		7,48
14-15	5,18	4,17	1,01		8,49
15-16	5,84	4,17	1,67		10,15

Окончание таблицы 2

Часы водопотребления	Режим работы НС- II (Водопотребление), %	Режим работы НС- I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
16-17	7,68	4,17	3,51		13,66
17-18	7,24	4,17	3,07		16,74
18-19	6,32	4,17	2,15		18,89
19-20	3,82	4,17		0,35	18,54
20-21	3,82	4,17		0,35	18,19
21-22	4,48	4,17	0,31		18,49
22-23	4,30	4,17	0,13		18,63
23-24	4,30	4,17	0,13		18,76
	100,00	100	19,46	19,47	

1.4 Предварительное потокораспределение

В кольцевых сетях можно создать множество вариантов потокораспределения. Для решения задачи оптимального потокораспределения в кольцевой водопроводной сети можно использовать следующие шаги:

- определить затраты на строительство и эксплуатацию сети для каждого варианта потокораспределения;
- рассчитать потери напора для каждого варианта;
- выбрать вариант, который обеспечивает минимальные затраты и потери напора при заданных условиях;

Выбранный вариант потокораспределения должен обеспечивать подачу воды заданного количества всем потребителям, а также требуемые нормы снабжения воды потребителей при возможных авариях на сети.

Основное условие при предварительном потокораспределении – сумма расходов воды, протекающих к данному узлу, должна быть равна сумме расходов, вытекающих из данного узла.

Для этого:

- 1) На генплане построили кольцевую сеть со всеми подключенными урлами к ней;
- 2) Все узлы пронумерованы, длины участков сети определены.

Удельный отбор воды в период водоразбора:

$$q_{\text{уд вод}} = \frac{Q_{\text{max}} - Q_{\text{сос}}}{\Sigma l \cdot 3,6} = \frac{34,86 - 13,75}{1650,83 \cdot 3,6} = 0,003 \text{ л/с.} \quad (1.15)$$

где $Q_{\text{сос}}$ – сумма сосредоточенных отборов воды, м³/ч;

$Q_{\text{сут}}$ – общий расход воды в расчетный час, м³/ч;

Σl – суммарная длина участков сети, м;

Σl – суммарная длина участков сети, м.

Путевые отборы из каждого участка определяются по формуле:

$$q_{\text{пут}} = q_{\text{уд}} \cdot l, \text{ л/с.} \quad (1.16)$$

Узловой отбор определяется по формуле:

$$q_{\text{уз}} = 0,5 \cdot q_{\text{пут}}, \text{ л/с.} \quad (1.17)$$

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды поступает в узел 4 от насосной станции второго подъема. Пожар происходит в узле 3. Количество пожаров выбирается в зависимости от количества проживающих в поселке.

Согласно СП 31.13130.2021 для числа жителей до 1000 человек принят 1 пожар с расходом 5 л/с.

$$Q_{\text{НС}} = 5,86 + 5 = 10,86 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Удельные отборы и сосредоточенные отборы воды в данном случае так же, как и в случае водоразбора.

Путевые и узловые отборы воды для всех расчетных случаев представлены в таблице 3 и таблице 4.

Таблица 3 – Определение путевых расходов

№ участка	Длина участка L, м	При максимальном водоразборе, л/с	При максимальном водоразборе с учетом пожара, л/с
1-2	183,81	0,57	0,57
2-3	191,5	0,59	0,59
3-4	230,92	0,72	0,72
4-5	171,95	0,53	0,53
2-5	240,15	0,74	0,74
5-6	434,5	1,35	1,35
6-1	437,94	1,36	1,36
Итого:	1890,77	5,86	5,86

Таблица 4 – Определение узловых расходов

N кольца	N узла	N участка	При максимальном водо- разборе, л/с		При максимальном во- доразборе с учетом по- жара, л/с	
			Длина участка L,м	quз	Длина участка L,м	quз
1	1	1-2, 6-1	621,75	0,96	621,75	0,96
1	2	1-2, 2-3, 2-5	615,46	0,95	615,46	0,95
2	3	2-3, 3-4	422,42	0,65	422,42	0,65
2	4	3-4, 4-5	402,87	0,62	402,87	0,62
2	5	5-4, 2-5, 5-6	846,60	1,31	846,60	1,31
1	6	5-6, 6-1	872,44	1,35	872,44	1,35
	Итого:			5,86		5,86

Схемы предварительного потокораспределения изображены на рисунке 2 и рисунке 3.

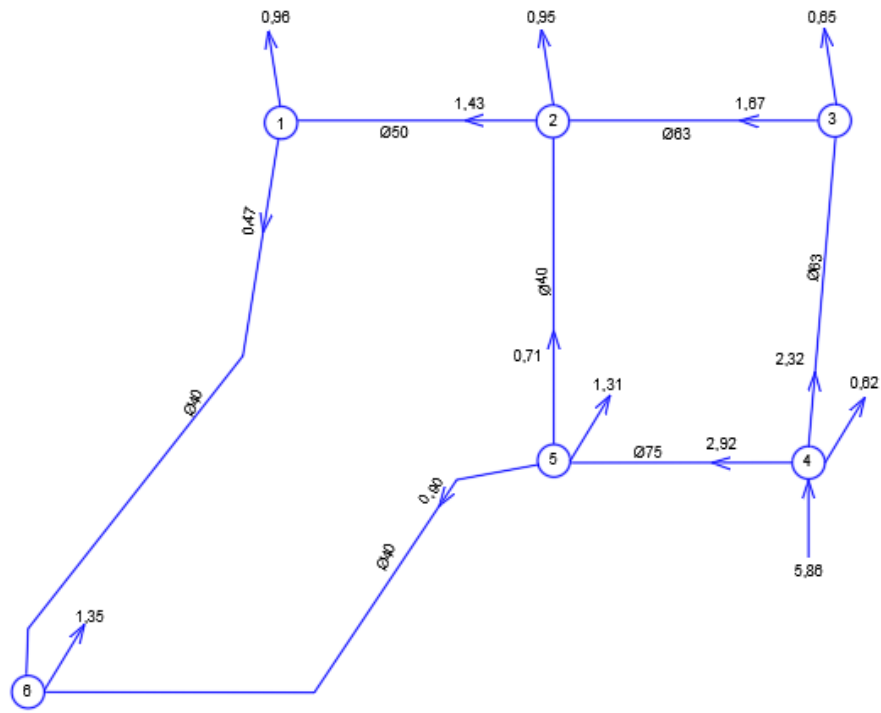


Рисунок 2 – Предварительное потокораспределения в час максимального водоразбора

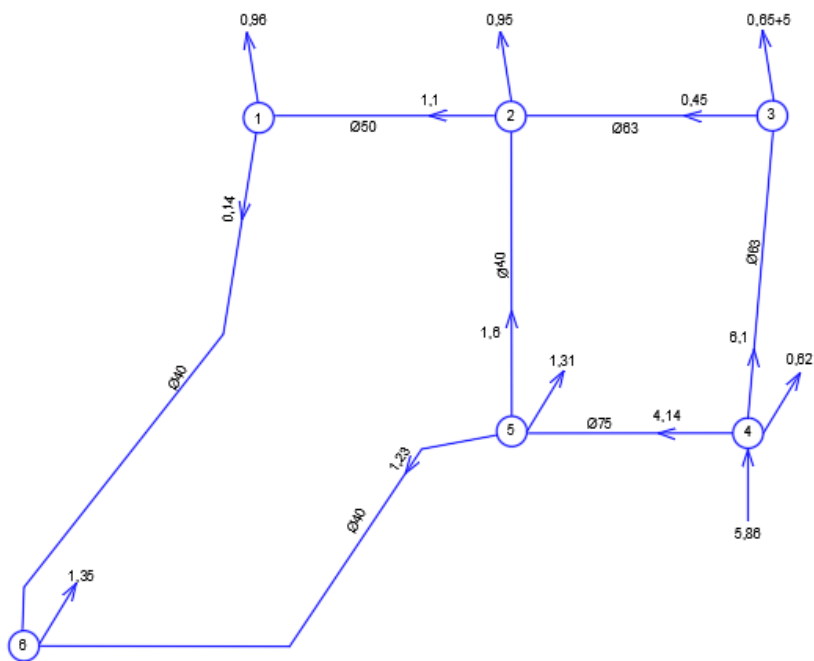


Рисунок 3 – Предварительное потокораспределение в час максимального водоразбора с учетом пожара

1.5 Гидравлический расчет кольцевой сети

Гидравлический расчет заключается в определении диаметров труб, потерь напора на каждом участке сети и общего напора во всей системе.

Для проведения гидравлического расчета необходимо знать расход воды на каждом участке кольца.

Исходя из полученных значений расхода и потерь, можно подобрать диаметр труб. Для этого можно использовать таблицы Шевелева.

Экономически выгодный диаметр труб определяется из условия минимальных затрат на материалы и оборудования, а также с учетом требуемой надежности и долговечности системы.

Гидравлическая увязка представлена в таблицах 5-6.

Таблица 5 – Гидравлическая увязка на случай максимального водоразбора

N кольца	N участка	Длина участка L, м	Расчетный расход q, л/с	So	Диаметр d, мм	S	δ	Скорость V, м/с	S·q	h
1	1-2	183,81	1,43	0,01972	50	3,62	1	1,06	5,18	-7,41
	2-5	240,15	0,71	0,06329	40	15,85	1,043	0,83	11,26	-7,99
	5-6	434,5	0,9	0,06329	40	27,50	1	1,07	24,75	22,27
	6-1	437,94	0,47	0,06329	40	34,09	1,23	0,59	16,02	-7,53
2	2-3	191,5	1,67	0,005929	63	1,19	1,052	0,81	1,99	-3,33
	3-4	230,92	2,32	0,005929	63	1,34	0,981	1,1	3,12	-7,23
	4-5	171,95	2,92	0,00239	75	0,41	1	0,95	1,20	3,50
	2-5	240,15	0,71	0,06329	40	15,85	1,043	0,83	11,26	7,99

0,66

0,93

Продолжение таблицы 5

Исправление 1

N кольца	N участка	Δq, л/с	Δq смеж, л/с	q, л/с	$S \cdot q$	h	
1	1-2	-0,01		1,42	5,16	-7,35	
	2-5	-0,01	-0,03	0,68	10,74	-7,28	
	5-6	0,01		0,91	24,91	22,56	
	6-1	-0,01		0,46	15,83	-7,35	0,58
2	2-3	0,03		1,70	2,03	-3,44	
	3-4	0,03		2,35	3,15	-7,40	
	4-5	-0,03		2,89	1,19	3,44	
	2-5	-0,03	-0,01	0,68	10,74	7,28	-0,11

Таблица 6 – Гидравлическая увязка на случай максимального водоразбора с учетом пожара

№ кольца	№ участка	Длина участка L, м	Расчетный расход q, л/с	S ₀	Диаметр d, мм	S	δ	Скорость V, м/с	S·q	h
1	1-2	183,81	1,1	0,01972	50	3,81	1,052	0,83	4,19	-4,61
	2-5	240,15	1,6	0,06329	40	13,15	0,865	1,89	21,04	-33,66
	5-6	434,5	1,23	0,06329	40	25,46	0,926	1,42	31,32	38,53
	6-1	437,94	0,14	0,06329	40	39,61	1,429	0,22	5,55	-0,78
2	2-3	191,5	0,45	0,005929	63	1,55	1,368	0,24	0,70	-0,31
	3-4	230,92	6,1	0,005929	63	1,08	0,786	2,92	6,56	-40,04
	4-5	171,95	4,14	0,00239	75	0,39	943	1,35	1,60	6,64
	2-5	240,15	1,6	0,06329	40	13,15	0,865	1,89	21,04	33,66

-0,52

-0,06

Таблица 7 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе

№ кольца	Длина участка L, м	Расчетный расход q, л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	δ	S_0	S	S·q	h
НС-1	110,22	5,86	110	0,93	1,024	0,000324	0,04	0,21	1,26

Таблица 8 – Расчет водоводов при максимальном водоразборе с учетом пожара

№ кольца	Длина участка L, м	Расчетный расход q, л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	δ	S_0	S	S·q	h
НС-1	110,22	10,86	110	1,73	0,887	0,000324	0,03	0,34	3,74

1.6 Выбор труб для устройства системы поселка

Для магистральных трубопроводов, проложенных вдоль проезжих частей населенных пунктов, необходимо использовать материалы, которые обеспечивают прочность и долговечность конструкции, а также устойчивость к воздействию внешних нагрузок. Один из таких материалов – полиэтилен, который соответствует всем необходимым требованиям.

Приняты полиэтиленовые трубы по ГОСТ 18599-2001 диаметрами $\varnothing 40$; $\varnothing 50$; $\varnothing 63$; $\varnothing 75$; $\varnothing 110$ мм.

Полиэтиленовые трубы имеют ряд преимуществ:

- малый вес;
- низкая стоимость строительно-монтажных работ;
- эластичность, позволяющая без труда создавать повороты;
- стойкость к коррозии, различным видам минеральных кислот, щелочей;

- высокая пропускная способность.

Производитель всего ряда выбранных труб – ООО «СТС-Красноярск».

2 Расчет скважины

2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод

В населенном пункте и в окрестности его территории отсутствуют поверхностные источники. Следовательно, водоснабжение возможно только из подземных вод.

Конструкция водозаборной скважины определяется с учётом гидрогеологических условий, способов бурения, требований эксплуатации и санитарной охраны источника и сооружений.

Для проектируемого водозабора выбираем роторное бурение из-за большой глубины залегания водоносного пласта.

Буровая скважина представляет собой полость, сооружаемую в горных породах земной коры, имеющую цилиндрическую форму и значительную длину при сравнительно малом поперечном сечении.

Начало скважины называется устьем, конец- дном или забоем, боковая поверхность скважины- стволом.

По результатам расчёта устанавливаем максимально возможный расход (дебит) скважины.

Принимает роторный способ бурения. Этот способ бурения характеризуется высокой скоростью бурения. Место строительства водозаборного сооружения выбирается с учетом перспективы развития территории и зоны санитарной охраны с целью обеспечения безопасности окружающей среды.

В таблице 9 представлены гидрогеологические условия.

Таблица 9 – Гидрогеологические условия

Виды пород	Глубина подошвы слоя, м
Почва	0,8
Супесь	1,6
Суглинок	2,5
Супесь	80
Песок мелкозернистый	115
Глина плотная	129

2.2 Расчет скважины

Для расчета скважины необходимо знать расход воды, который будет использоваться, а также максимальный дебит скважины. На основе этих данных можно определить количество скважин и их время производительности во время работы. Также нужно учитывать допустимое понижение уровня воды, которое зависит от выбранных параметров.

Для расчета дебита по формуле Дюпюи необходимо знать глубину залегания пласта, радиус скважины, коэффициент фильтрации пласта.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot k_\phi \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (2.1)$$

где k_ϕ – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

R и r – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

S – понижение уровня воды при откачке, принимается в размере 20% от m .

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 4,2}{\lg \frac{150}{0,25}} = 2166,78 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Определяем количество скважин, шт:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (2.2)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий суточный расход воды на предприятии, м³/сут.

$$n = \frac{453,86}{2166,78} = 0,21 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для определения количества резервных скважин необходимо знать количество основных скважин и их дебит. Отсюда $n_{\text{рез}}=1$ скважина.

2.3 Устройство фильтра

Для обеспечения надежной работы системы водоснабжения в заданных гидрогеологических условиях необходимо правильно подобрать фильтр для водозаборной части скважины. Фильтр должен иметь достаточную пропускную способность и соответствовать типу воды, которую будет использовать система. Также важно проводить регулярную проверку состояния фильтра и при необходимости производить его очистку или замену.

Фильтр является неотъемлемой частью скважины и играет важную роль в ее работе. Он защищает водоносный горизонт от обрушения, предотвращения механических примесей в скважину и обеспечивает качественный водозабор. Правильно установленный и надежный фильтр гарантирует бесперебойную работу скважины на протяжении длительного времени.

Фильтры состоят из трех основных частей:

- надфильтровая часть предназначена для соединения фильтра с обсадной трубой скважины;

- рабочая часть часть для фильтрации воды;

- отстойная часть нужна для сбора механических примесей.

Диаметр фильтра вычисляется по формуле, м, по формуле

$$D_{\phi} = \frac{Q_c}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot v_{\phi}}, \quad (2.3)$$

где Q_c – дебит скважины, м³/сут;

l_{ϕ} – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, определяется в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_{\phi} = (0,5 \div 0,8) \cdot m, \quad (2.4)$$

$$l_{\phi} = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ м.}$$

Скорость фильтрации, м³/сут, определяется по формуле

$$v_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{k_{\phi}}, \quad (2.5)$$

$$v_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 160,03 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Находим диаметр фильтра:

$$D_{\phi} = \frac{2166,78}{3,14 \cdot 17,5 \cdot 160,03} = 0,25 \text{ м.}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм, определяется по формуле

$$D_3 = D_\phi + 50, \quad (2.6)$$

где D_ϕ – диаметр фильтра, мм.

$$D_3 = 250 + 50 = 300 \text{ мм} = 0,30 \text{ м}.$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_H = D_3 + 100, \quad (2.7)$$

где D_3 – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

$$D_H = 300 + 100 = 400 \text{ мм} = 0,40 \text{ м}.$$

Диаметр забоя, м:

$$D_3 = \frac{D_\phi}{4}, \quad (2.8)$$

где D_ϕ – смотри формулу 2.3.

$$D_3 = \frac{0,25}{4} = 0,06 \text{ м}.$$

Тип фильтра выбирает в зависимости от характеристик и гранулометрического состава водоносной породы. Также при выборе фильтра необходимо учитывать требования к качеству воды, например, если нужна вода для питья, то необходимо использовать фильтры более высокой степени очистки.

Фильтр с ребристой поверхностью - это тип фильтра, который используется для очистки воды от механических примесей. Он представляет собой

цилиндр с множеством мелких ребер на поверхности, которые задерживают мелкие частицы грязи и мусора. Этот тип фильтра широко используется в системах очистки воды, так как он обладает высокой эффективностью и долговечностью. Основные данные по типу фильтра представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Фильтр

Тип фильтра	Материал для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
С ребристой водоприемной поверхностью	Фильтр с ребристой водоприемной поверхностью состоит из полимерных материалов и имеет множество мелких ребер на своей поверхности.	Цилиндрическая форма корпуса. Продольная или поперечная ребристость. Шаг ребер зависит от состава каптационных пород. Шаг должен быть подобран так, чтобы обеспечить максимальную эффективность фильтрации, при этом не повреждая фильтрующие элементы. Эти ребра обеспечивают эффективное удержание мелкие частиц загрязнений, что делает фильтр эффективным при очистки воды.	Крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые пески. Подземные воды характеризуются коррозионными свойствами.

2.4 Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды составляет -2,500 м.

Определяем расчётную отметку динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{расч.дин.} = Z_{стат.ур.} - S_i, \quad (2.9)$$

где $Z_{стат.ур.}$ – отметка статического уровня воды в скважине, м;

S_i – понижение уровня воды в i -ой скважине, м.

Понижение уровня воды в j -ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k, \quad (2.10)$$

где S_i – понижение уровня в i -ой скважине, м;

k – величина, показывающая увеличение понижения уровня, равен 1,15.

Понижение уровня для первой скважины, м:

$$S_1 = S = 4,2 \text{ м.}$$

Находим отметку динамического уровня в первой скважине, м:

$$Z_{расч.дин.1} = -2,5 - 4,2 = -6,7 \text{ м.}$$

Понижение уровня для второй скважины, м:

$$S_2 = 4,2 \cdot 1,15 = 4,83 \text{ м.}$$

Находим отметку динамического уровня во второй скважине, м:

$$Z_{расч.дин.2} = -2,5 - 4,83 = -7,33.$$

Срезка уровня воды в скважине $n+1$ при откачке воды со скважины n с понижением уровня S_n :

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i, \quad (2.11)$$

где t_{ij} – срезка в j -ой скважине от воздействия i -ой скважины, м.

Срезка в 1-ой скважине от воздействия 2-ой будет равна:

$$t_{1,2} = \frac{3}{7} \cdot 4,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Срезка во 2-ой скважине от воздействия 1-ой будет равна:

$$t_{2,1} = \frac{3}{7} \cdot 4,83 = 2,07 \text{ м.}$$

Дебит скважины с учётом срезки, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q'_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n+1}}{S_n}\right) \quad (2.12)$$

Дебит первой скважины с учётом срезки, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q'_1 = 21,36 \cdot \left(1 - \frac{1,8+1}{4,2}\right) = 7,05 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Дебит второй скважины с учётом срезки, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$Q'_2 = 21,36 \cdot \left(1 - \frac{2,07+1}{4,83}\right) = 7,90 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2.5 Подбор насосного оборудования

Насосное оборудование

Для подъема воды из водозаборных скважин применяются погружные насосы.

Для подбора насоса необходимо знать максимальный часовой расход воды, напор насоса, глубину скважины и дебит скважины. Также необходимо учитывать мощность насоса и допустимые значения мощности для данного типа оборудования. С учетом того, что расчетный расходный режим может измениться в будущем, необходимо подбирать насос с большей подачей, чем была рассчитана ранее.

Принимаем насос типа ЗЭЦВ 8-25-100, который устанавливается в скважине на глубине ниже уровня воды. Трубы соединяются с помощью муфты. В таблице 2.1 приведены технические характеристики насоса ЗЭЦВ 8-25-100. Насос ЗЭЦВ 8-25-100 представлен на рисунке 2.2. Этот насос предназначен для подъема воды из скважины на поверхность и перекачивания ее в водопроводную сеть. Он состоит из многосекционной центробежной насосной части и асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Для охлаждения электродвигателя используется перекачиваемая вода. Подшипники насоса выполнены из металлорезины, что обеспечивает их высокую надежность и долговечность. Насос может использоваться для перекачивания как питьевой воды, так и технической воды.

Таблица 2.2 – Основные технические данные погружного насоса ЗЭЦВ 8-25-100

Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность электродви- гателя, кВт	Частота вращения, об/мин	Масса, кг	Габариты насоса, мм	Напря- жение питания, В
25	100	11	3000	140	186x1410x	380

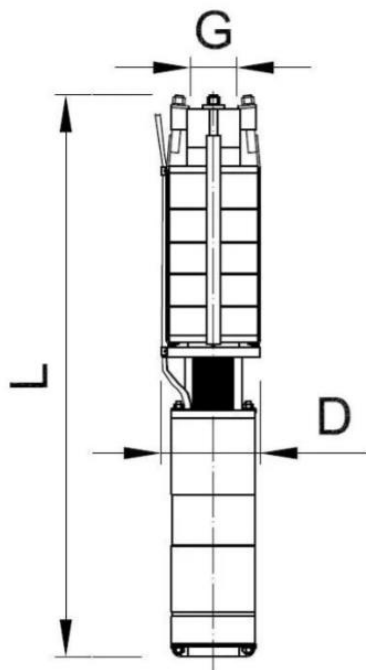


Рисунок 2.2 – Насос типа ЗЭЦВ 8-25-100

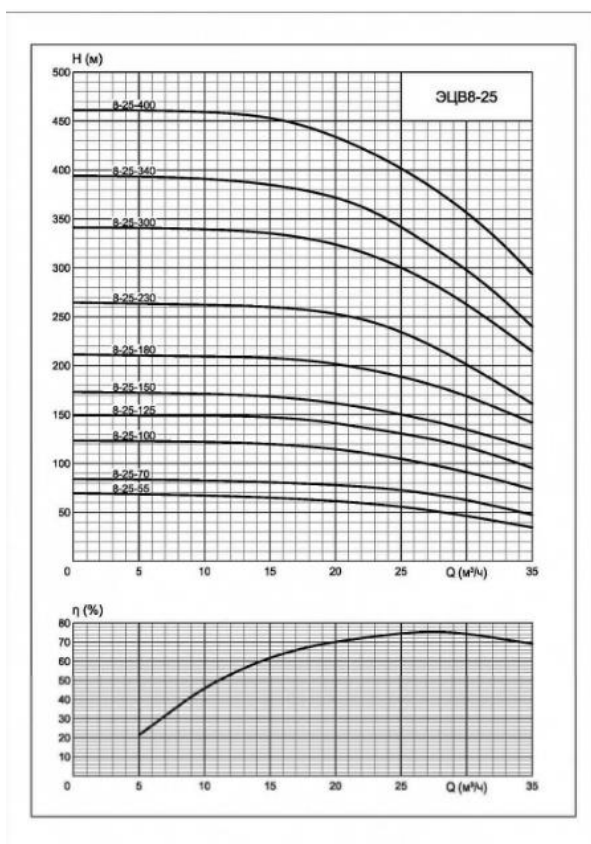


Рисунок 2.3 – Диаграмма характеристик насоса

Грузоподъемное оборудование

В зависимости от размера и массы оборудования, которые нужно поднимать, используются различные грузоподъемные механизмы, такие как краны, лебедки и тому подобные. Важно учитывать вес поднимаемого элемента и выбирать механизм с соответствующей грузоподъемностью. Кроме того, при работе с грузоподъемными механизмами необходимо соблюдать все меры безопасности, чтобы избежать несчастных случаев.

Электрическая таль (таль) - это грузоподъемное устройство, используемое для подъема и перемещения грузов. Таль модели ВН250А имеет грузоподъемность 250 кг и может поднимать грузы на высоту до 6 м. Она работает от сети переменного тока напряжением 220 В и управляется с помощью пульта дистанционного управления.

Электрическая таль состоит из следующих основных компонентов:

- канат - стальной трос, на котором подвешивается груз;
- электропитание - включает в себя электродвигатель, редуктор и пусковой механизм;
- крепежные скобы - используются для крепления тали к грузу;
- крюки - специальные крюки, на которые подвешивается груз, они должны быть рассчитаны на вес груза;
- пульт управления - пульт дистанционного управления, с помощью которого можно управлять работой тали.

Чтобы использовать таль для подъема груза, необходимо сначала закрепить ее на грузе с помощью крепежных скоб и крюков. Затем нужно включить питание тали и выбрать нужную скорость подъема. После этого можно начать поднимать груз с помощью пульта управления. Когда груз будет поднят на нужную высоту, можно остановить подъем и закрепить груз на нужной высоте.

Важно помнить, что электрическая таль является опасным устройством и требует правильного использования и обслуживания. Неправильное использование тали может привести к травмам и повреждению оборудования. Характеристики тали приведены ниже в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики тали ВН250А

Высота подъёма, м	Размеры тали, Мм			Установленная мощность, кВт	Грузоподъемность, кг	Номинальная скорость, м/мин	Масса тали, кг
60	40	65	90	1,3	250	15	32

Оборудование для промывки скважины при заиливании

Прокачка скважин – это процесс удаления загрязнений из скважинного пространства с помощью насосов. Этот метод наиболее эффективен для заиливания скважин. Он позволяет удалить из скважины песок, ил и другие загрязнения, которые могут привести к снижению производительности скважины. Процесс прокачки заключается в том, чтобы опустить насос на дно скважины, подключить к источнику электропитания и начать перекачивать загрязненную воду из скважины. После окончания прокачки скважина должна быть промыта чистой водой для удаления оставшихся загрязнений.

Для прокачки скважины при заиливании применяем погружной насос марки ЗЭЦВ 8-25-100, который погружается в скважину и производит откачку воды. Подача насоса – 25 м³/ч, напор – 100 м. Потребляемая мощность – 11 кВт.

Строение павильона и устья скважины

Наземные павильоны для скважин являются удобным и надежным способом защиты оборудования от внешних воздействий. Они обеспечивают защиту от осадков, ветра, пыли и других неблагоприятных факторов. Кроме

того, павильоны позволяют легко обслуживать и ремонтировать павильоны, так как доступ к нему не затруднен.

Высота павильона, м, состоит из следующих составляющих:

$$H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3, \quad (2.13)$$

где h_1 – высота монорельса грузоподъемного оборудования; 0,5 м;

h_2 – минимальное расстояние от тали до крюка 0,8 м;

h_3 – высота строповки груза, 0,5 м;

h_4 – высота груза, 1,410 м длина насоса;

h_5 – минимальное расстояние от груза до пола, 0,5 м;

0,3 м – расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_n = 0,5 + 0,8 + 0,5 + 1,410 + 0,5 + 0,3 = 4,01 \text{ м.}$$

Высота верхнего строения определяется с учётом строительного высотного шага, равного 0,3м. Исходя из этого, высота павильона будет равна $H_n = 4,01 \approx 4,3 \text{ м}$.

3 Система водоподготовки

Использование подземных источников для водоснабжения является наиболее безопасным и экологически чистым способом получения питьевой воды. Однако, даже при использовании подземных источников, необходимо проводить регулярную очистку воды для удаления возможных загрязнений и примесей.

Одним из наиболее эффективных методов очистки воды является ультрафиолетовое облучение. Этот метод основан на использовании ультрафиолетовых лучей, которые способны разрушать микроорганизмы и вирусы в

воде. Ультрафиолетовое излучение не формирует побочных продуктов и не оказывает негативного влияния на человека.

Также следует учитывать, что системы коммунального водоснабжения должны регулярно проходить проверку и обслуживание для обеспечения качественной очистки воды и предотвращения аварийных ситуаций.

3.1 Расчет напорного фильтра

Подземные воды в поселке имеют повышенное содержание железа 3,9 мг/л, что превышает ПДК в 13 раз.

В данном случае, для очистки воды от примесей железа используется напорный фильтр со специальной фильтрующей загрузкой. Вода проходит через эту загрузку, которая задерживает примеси и оставляет только чистую воду. После очистки вода становится безопасной для дальнейшего использования.

Площадь напорного фильтра, м², определяют по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot v_{p.m.} - 3,6 \cdot n \cdot (w_1 \cdot t_1 + w_2 \cdot t_2 + w_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot v_{p.n.}}, \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – производительность фильтра (полезная) в м³/сут;

T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

$v_{p.m.}$ – расчетная скорость фильтрования в м/ч;

$v_{p.n.}$ – скорость фильтрации при нормальном режиме, м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки;

w_1 и t_1 – интенсивность в л/сек·м² и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

w_2 и t_2 – интенсивность подачи воды в л/сек·м² и продолжительность в ч воздушной промывки;

w_3 и t_3 – интенсивность в л/сек·м² и продолжительность отмывки в ч;
 t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки в ч.

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами $Q=453,86$ м³/сут:

$$F = \frac{453,86}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2 \cdot (8 \cdot 0,017 + 4 \cdot 0,083 + 8 \cdot 0,034) - 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 1,99 \text{ м}^2.$$

Определим количество напорных фильтров, шт, по формуле

$$N = \frac{F}{f}, \quad (3.2)$$

где F – площадь напорного фильтра по расчетам, м²;

f – площадь одного напорного фильтра $f=7,1$ м², таблица 47 [22].

$$N = \frac{1,99}{7,1} = 0,28 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для обеспечения непрерывного функционирования системы очистки воды требуется не менее одного работающего и одного запасного фильтра. При количестве фильтров более 10 необходимо установить еще два дополнительных запасных фильтра для обеспечения максимальной надежности системы.

Фильтрующая загрузка МЖФ очищает воду по принципу каталитического окисления и удаления высоких концентраций растворённых в ней металлов – железа, марганца, а также сероводорода, нефтепродуктов и органических веществ с образованием нерастворимых гидроксидов. Эта технология позволяет поддерживать рН воды на уровне 6,5 и выше.

Загрузка МЖФ выпускается в форме пористых гранул с развитой фильтрующей поверхностью, выполненных из доломита, прошедшего механическую и термохимическую обработку с использованием высокодисперсной двуокиси марганца. Она используется с любыми окислителями – озоном, кислородом, гипохлоритом натрия, перманганатом калия и т.д., которые обеспечивают каталитическую реакцию с содержащимися в воде ионами железа и марганца.

Скорость фильтрации достигает до 15 м/час. При большой концентрации железа в воде может потребоваться использование предварительной аэрации. Фильтрующая загрузка МЖФ может использоваться для очистки водопроводной воды без окислителя.

3.2 Технические характеристики

Теплообменный аппарат

Температура воды в источнике составляет 0,1-1,4°C, что затрудняет ее очистку. Для нагрева воды на 2°C используем проточный теплообменник типа «труба в трубе» производства «МеталлЭкспортПром», рабочая среда – пар. Источником пара служат теплогенерирующая установка поселка. Теплообменник исполнения ТТМ - многопоточный разборный. Применяется там, где есть большие расходы рабочих сред (от 10 до 300 тонн в час). На теплообменниках такого типа организованы процессы теплообмена типа: жидкость-жидкость, газ-газ, жидкость-газ. Можно очищать и внутреннюю и наружную поверхность теплообменных труб.

Таблица 3.1 – Технические характеристики теплообменного аппарата

Наименование параметров	Значения параметров для теплообменников типа
Поверхность теплообмена гладких труб, м ²	3,9-93,0
Наружный диаметр теплообменных труб, мм	38; 48; 57
Наружный диаметр кожуховых труб, мм	89; 108.
Условное давление, МПа, не более	1,6; 4,0
Температура рабочей среды, С	От минус 30 до 400
Длина теплообменных труб, мм	3000; 4500; 6000; 9000.

Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежутки времени 16-17 часов.

$$W_{\text{акк}} = 34,87 \text{ м}^3.$$

Принимаем 1 емкостей по 40 м³.

Осветительные фильтры

В качестве осветительных фильтров применяем сверхскоростной фильтр Никифорова.

Расчет фильтров выполняют исходя из производительности с учетом расхода осветленной воды на собственные нужды всех установленных фильтров. Общая площадь фильтрования F , м², определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T V_{\phi} - 3,6 n \omega t_1 - n t_2 V_{\phi}} \quad (3.3)$$

где T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

V_{ϕ} – расчетная скорость фильтрования;

n – количество промывок каждого фильтра за сутки;

ω – интенсивность промывки;

t_1 – продолжительность промывки;

t_2 – время простоя фильтра.

$$F = \frac{453,86}{24 \cdot 10 - 3,6 \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 2 \text{ м}^2$$

Количество фильтров определяется по формуле

$$N = 0,5 \cdot \sqrt{F} \tag{3.4}$$

$N = 0,5 \cdot \sqrt{2} = 0,7$. Принимаем 1 шт.

3.3 Внедрение УФ-установки

Бактерицидные лампы, как правило работают на основе ультрафиолетового излучения, которое обладает бактерицидными свойствами. Ультрафиолетовые лучи способные разрушать клеточные стенки бактерий, что приводит их к гибели.

Облучение воды ультрафиолетом не только убивает бактерии, но также разрушает органические вещества и химические соединения, которые могут вызывать неприятные запахи и привкусы в воде.

3.4 Технические характеристики установок УФ обеззараживания серии УДВ

Фильтрующий элемент

Для фильтрации воды используются специальные материалы, которые адсорбируют примеси и загрязнения.

Одним из таких материалов является наноструктурированное покрытие на основе редкоземельных элементов. Оно позволяет уменьшить спад ультрафиолетового излучения в процессе эксплуатации лампы, что продлевает срок ее службы и обеспечивает более эффективную фильтрацию воды.

Замену ламп рекомендуется производить раз в полтора года, чтобы обеспечить постоянную чистоту воды и предотвратить возможные проблемы со здоровьем.

Блок промывки

Для регламентной очистки установки комплектуются специальным блоком промывки. Для этого используются химические растворы, которые не наносят вреда окружающей среде и здоровью человека. Частота регламентной очистки зависит от качества воды и может проводиться один раз в несколько месяцев.

Пульт управления

На пульте отображается информация о текущем режиме работы, количестве отработанных часов и наличии аварийных ситуаций. Помимо этого, пульт оснащен системой пассивного охлаждения, которая позволяет снизить расходы на обслуживание системы.

Особенности установки обеззараживания «УДВ»

1. Экологичность. Ультрафиолетовый свет не влияет на химический состав воды, что делает установку экологически безопасной.

2. простота обслуживания и эксплуатации. Установка легко монтируется и обслуживается, что делает ее удобной в использовании.

3. Низкая стоимость эксплуатации. Установка не требует больших затрат на обслуживание и замену исходных материалов.

3.5 Подбор ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды

Ультрафиолетовая обработка воды не изменяет ее химический состав и не создает токсичные побочные продукты, что делает этот метод очистки воды экологически безопасным. Кроме того, УФ-облучение является очень эффективным способом обеззараживания воды, который не требует использования химических реагентов и может быть легко автоматизирован.

3.6 Технологическая схема водоподготовки

Очистные сооружения являются одним из основных элементов системы водоснабжения.

Выбор состава сооружений определяется с учетом показателей качества воды, требований к качеству питьевой воды, производительности очистных сооружений, технико-экономического обоснования.



Рисунок 3 – Технологическая схема

Данная технологическая схема (согласно рис.3) включает в себя 1 – теплообменник, 2 – аккумулирующая емкость; 3, 6 – насосная станция; 4 - осветлительные фильтры, 5 – сорбционные фильтры, 7 – ультрафиолетовая лампа, 8 – резервуар чистой воды. Дополнительное оборудование: горизонтальные песколовки; резервуар промывной воды.

3.7 Оценка воздействия на атмосферный воздух

УФ-установки используются для очистки воды от различных загрязнений, включая бактерии и вирусы. Однако они могут оказывать негативное воздействие на атмосферный воздух, поскольку излучают ультрафиолетовые лучи. Это может привести к образованию озона в воздухе, который может вызывать проблемы со здоровьем у людей и животных.

Для оценки воздействия УФ-установки на атмосферный воздух необходимо провести анализ выбросов. Обычно это делается с помощью специальных приборов, которые измеряют концентрацию озона в атмосфере. Если концентрация озона превышает допустимые уровни, то это может указывать на наличие проблем с очисткой воды.

4. Расчет зон санитарной охраны

Место расположения скважин определено на удаленной от источников загрязнения местностей.

На основании проектной документации рассчитываем радиусы I, II, III поясов ЗСО водозаборного сооружения из подземного водоисточника, состоящего из 1 рабочей скважины, при следующих гидрогеологических параметрах:

где Q_c – расход скважины – 2166,78 м³/сут;

m – мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 35 м;

n – пористость водовмещающих пород – 0,22;

k_ϕ – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 15 м/сут.

Зоны санитарной охран – это территории, прилегающие к источникам водоснабжения, на которых устанавливаются определенные требования к качеству воды и условиям ее использования.

Зоны санитарной охраны устанавливаются вокруг всех водозаборов, включая поверхностные и подземные источники. Они могут иметь различную площадь и границы в зависимости от типа источника, его расположения и других факторов.

Границы первого пояса санитарной охраны созданы с целью устранения случайного или умышленного загрязнения источника воды или нарушения нормальной работы скважин и обеспечения хорошего качества воды, подаваемой потребителю. Границы обычно определяются на расстоянии 30 метров от берега источника водоснабжения. В этом поясе запрещено любое строительство без специального разрешения

Границы второго пояса санитарной охраны определяются в зависимости от расположения источника водоснабжения и его характеристик. В пределах второго пояса запрещается строительство объектов без специального разрешения, а также использование химических веществ, которые могут загрязнять воду.

Второй пояс ЗСО устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q_c \cdot T_m}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м}, \quad (4.1)$$

где Q_c – расход скважины, м³/сут;

T_m – время микробного продвижения к скважине, 200 суток, т.к. водоносный горизонт на площадке водозабора напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,25 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{2166,78 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 133,88 \text{ м.}$$

В пределах третьего пояса запрещены все виды хозяйственной деятельности, которые могут негативно влиять на качество воды.

Границы третьего пояса зоны санитарной охраны рассчитываем по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q_c \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м,} \quad (4.2)$$

где Q_c – то же, что и в формуле (4.1);

T_x – время эксплуатации скважины, 25–30 лет, принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 9125 суток;

m – то же, что и в формуле (4.1);

n – то же, что и в формуле (4.1).

$$R_3 = \sqrt{\frac{2166,78 \cdot 9125}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 904,30 \text{ м.}$$

Средний пояс строгой охраны определяется как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$R_{cp} = \frac{R_2 + R_3}{2}, \text{ м,} \quad (4.3)$$

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;

R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R_{cp} = \frac{133,88 + 904,30}{2} = 519,09 \text{ м.}$$

5. Эколого-экономическое обоснование

5.1 Расчет воды при изъятии воды из подземного источника

Изъятие воды из подземных источников может нанести вред окружающей среде. Например, это может привести к уменьшению количества доступной воды для других живых организмов, а также к изменению химического состава подземных вод. Кроме того, при неправильном использовании подземных вод может произойти загрязнение окружающей среды. Поэтому необходимо соблюдать правила эксплуатации подземных источников и проводить мониторинг их состояния.

Размер вреда, причиненный водным объектам, исчисляется при выявлении фактов нарушения водного законодательства, наступление которых устанавливается по результатам государственного контроля и надзора в области использования и охраны водных объектов на основании натурных обследований, инструментальных определений, измерений и лабораторных анализов.

Исчисление размера вреда основывается на компенсационном принципе оценки и возмещения размера вреда по величине затрат, которые необходимы для установления факта причинения вреда и устранения его причин и последствий. А также затрат, связанных с разработкой проектно-сметной документации, и затрат, связанных с ликвидацией допущенного нарушения и восстановлением состояния водного объекта до показателей, наблюдаемых до выявленного нарушения, а также для устранения последствий нарушения. Исчисление размера вреда также может осуществляться исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния водного объекта, и в соответствии с проектами восстановительных работ.

Размер вреда, причиненного водным объектам при их частичном или полном истощении в результате забора воды с нарушением условий водопользования или без наличия документов на право пользования водными объектами, производится по формуле

$$Y_u = K_g \cdot K_{ин} \cdot H_u \cdot O_v, \text{ тыс. руб.}, \quad (5.1)$$

где K_g – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), определяется в соответствии с пунктом 11 [9].

$K_{ин}$ – коэффициент индексации, который учитывает инфляционную составляющую экономического развития, принимается на уровне накопленного к периоду исчисления размера вреда индекса-дефлятора, составляет 2,67[3].

H_u – такса для исчисления размера вреда, причиненного водным объектам при их частичном или полном истощении в результате забора (изъятия) воды, принимается в соответствии с таблицей 12 приложения 1 [9], руб.;

O_v – объем воды, необходимый для восстановления водного объекта от истощения, принимается равным двойному объему воды, забранной из водного объекта с нарушением условий водопользования, тыс. м³.

$$Y_u = 1,36 \cdot 2,67 \cdot 9,3 \cdot (0,4539 \cdot 2) = 30656,55 \text{ тыс. руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы водоснабжения и методы водоподготовки являются важной частью инфраструктуры любого населенного пункта, включая коттеджные поселки. Они обеспечивают населения чистой питьевой водой, необходимой для поддержания здоровья и благополучия.

В целом, системы водоснабжения и методы водоподготовки имеют огромное значения для жизни населения. Они обеспечивают безопасность и комфорт, а также способствуют сохранению окружающей среды.

В выпускной квалификационной работе была запроектирована система водоснабжения коттеджного поселка, включившая в себя водозаборную скважину, резервуары чистой воды, насосные станции, водоводы и кольцевую сеть, станцию водоподготовки.

Решение поставленной задачи выполнено в полной мере. В проекте были предусмотрены все необходимые меры по охране источников водоснабжения, почв, атмосферного воздуха и другие. Произведен комплексный подход к решению задач водоснабжения, учитывающий интересы потребителей, рациональному использованию, предусматривающий разработку мероприятий по охране источников водоснабжения от загрязнения и истощения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий». – Введ. 01.07.2021. – Москва: ОАО ФЦС, 2021. – 94 с
2. СП 31.13330.2021 "СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения". – Введ. 28.01.2022.
3. Федеральный закон от 1 декабря 2021 года «О федеральном бюджете на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов».
4. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». – Введ. 25.06.2021. – Москва: ОАО ФЦС, 2021. – 125 с.
5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.05.2022)
6. РД-АПК 1.10.05.04-13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий агропромышленного комплекса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации». Дата введения 2013-11-01
7. ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России, 2003.
8. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (с изменениями на 14 февраля 2022 года).
9. Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87 "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства".

10. ВНТП Н-97 «Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения ВНТП-Н-97» (утв. Минсельхозпродом РФ от 14 февраля 1995 г. Протокол НТС N 1) Введены в действие с 1 апреля 1997 г.

11. Федеральный закон от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

12. О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями на 30 апреля 2021 год).

13. СанПиН 2.1.4.1110 – 02 «Зоны санитарной охраны источника водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

14. Каталог продукции компании ЭкоМакс
<http://www.ecomaks.ru/catalog>

15. Курганов А.М. «Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения»: Учебное пособие. М.: Издательство «АСВ», 1998 г., 246 с.

16. Б.Н. Репин «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник». – М.: Высш. Шк., 1995. – 431 с.

17. Н.Н. Абрамов «Водоснабжение». – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.

18. Журба М.Г «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений»: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения. Вологда-Москва: ВоГТУ, 2001. - 209 с.

19. А.С. Москвитина «Оборудование водопроводно-канализационных сооружений» – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.

20. В.Ф. Кожин «Очистка питьевой и технической воды». М., Стройиздат, 1971. 304 с.

21. Журба М.Г «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений»: В 3-х т. – Т 2. Очистка и кондиционирование природных вод. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с.

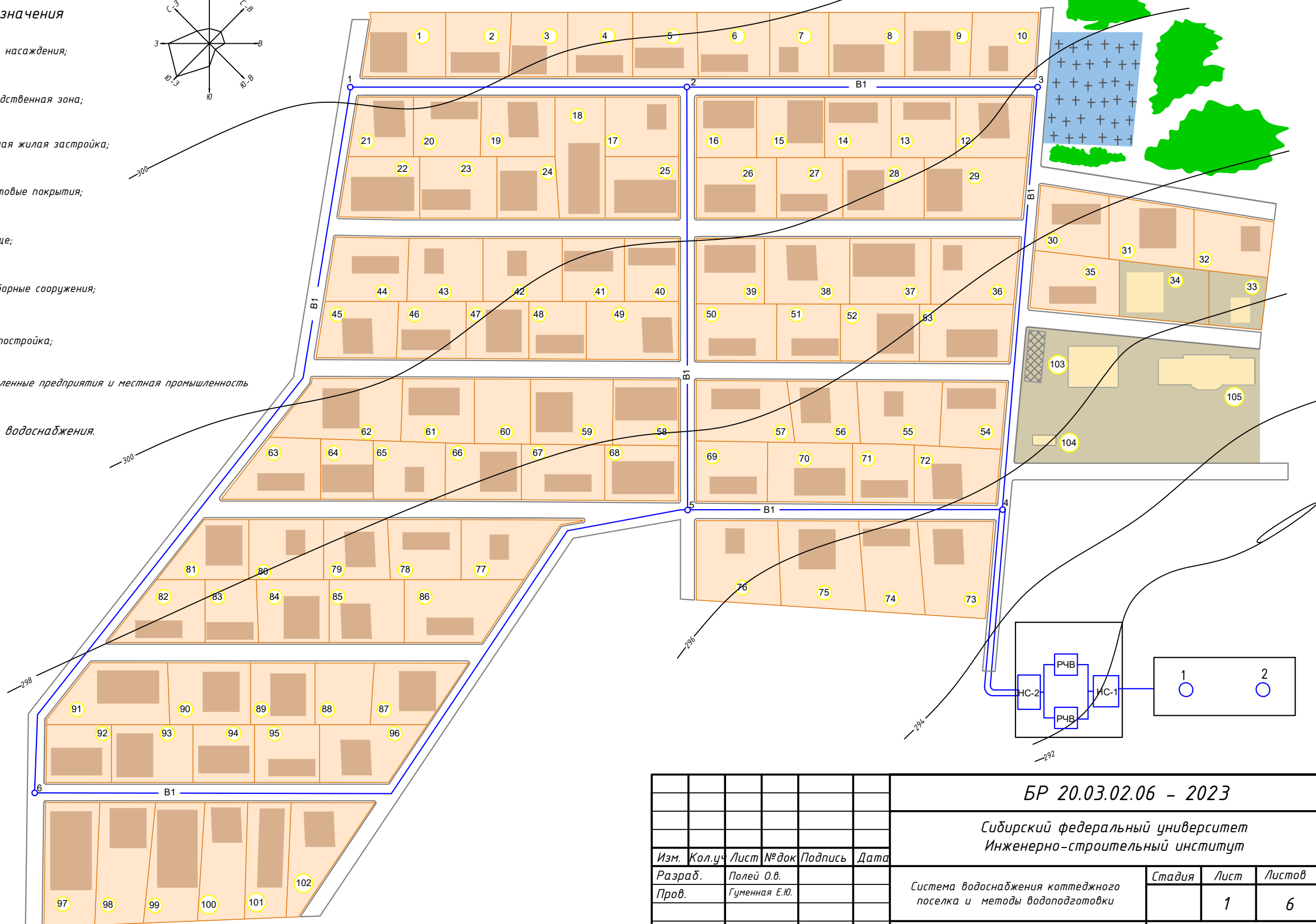
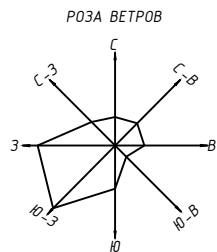
22. А.А. Александров «Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации». Справочник монтажника. – М.: Стройиздат, 1998. – 576 с.

23. С.М.Шифрин «Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации, газоснабжения». – Л.: Стройиздат, - 1976. – 385 с.
24. Г.М. Басс «Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты».– Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.
25. Фрог Б.Н., Левченко А.П. «Водоподготовка»: Учебное пособие для вузов. М.: Издательство МГУ, 1996 г., 680 с.
26. С.Е.Беликов «Водоподготовка»: справочник/Под. ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е.Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. - 240с.
27. Н.А. Плотников, В.С. Алексеев «Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод». – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.
28. М.А Сомов «Водопроводные системы и сооружение». – М.: Стройиздат, 1988. - 399 с.
29. А.И Матюшенко «Водозаборы подземных вод»: – Красноярск, ИПЦ КГТУ, 2005. – 248 с

Генеральный план коттеджного поселка Масштаб 1:2000

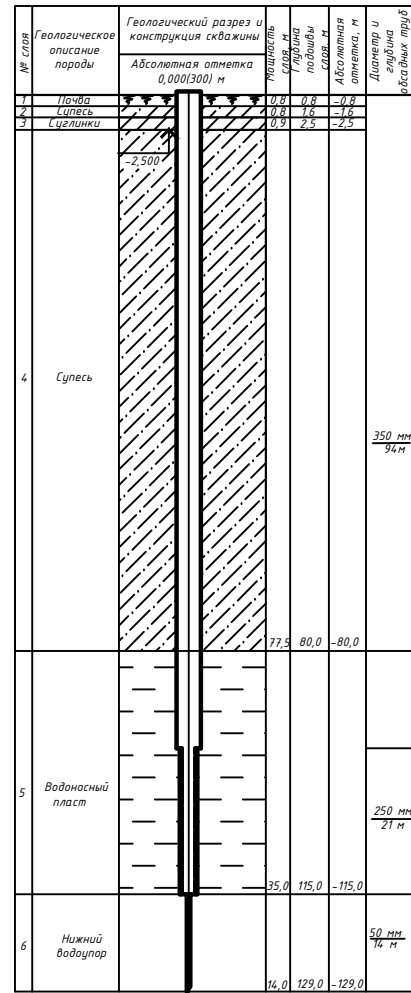
Условные обозначения

- зеленые насаждения;
- производственная зона;
- усадебная жилая застройка;
- асфальтовые покрытия;
- кладбище;
- водозаборные сооружения;
- Жилая постройка;
- Промышленные предприятия и местная промышленность
- сеть водоснабжения.

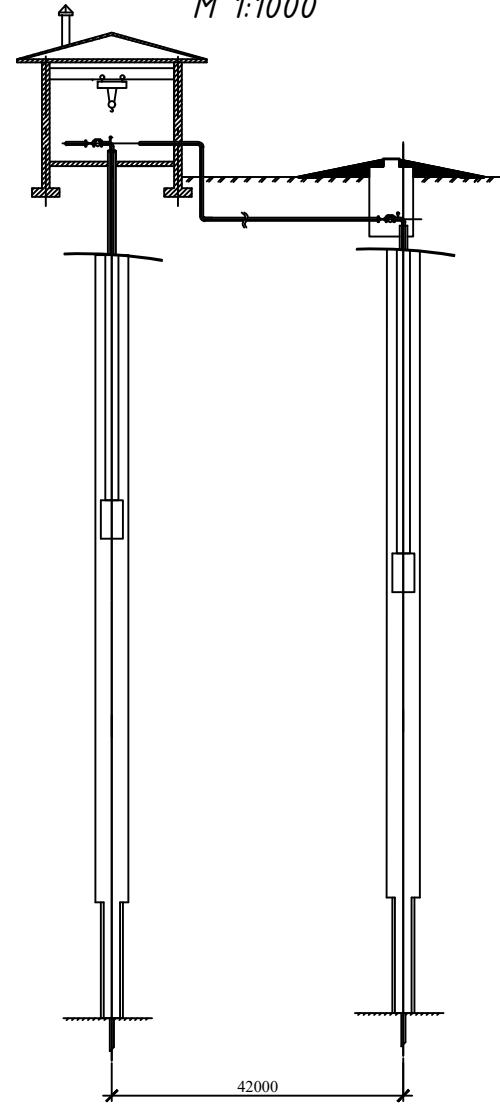


БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Полей О.В.				
Пров.	Гуменная Е.Ю.				
Н. контр.	Гуменная Е.Ю.				
Зав. кафедр	Матюшенко А.И.				
Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки				Стадия	Лист
					1
Генеральный план коттеджного поселка				Листов	6
				Кафедра ИСЗиС	

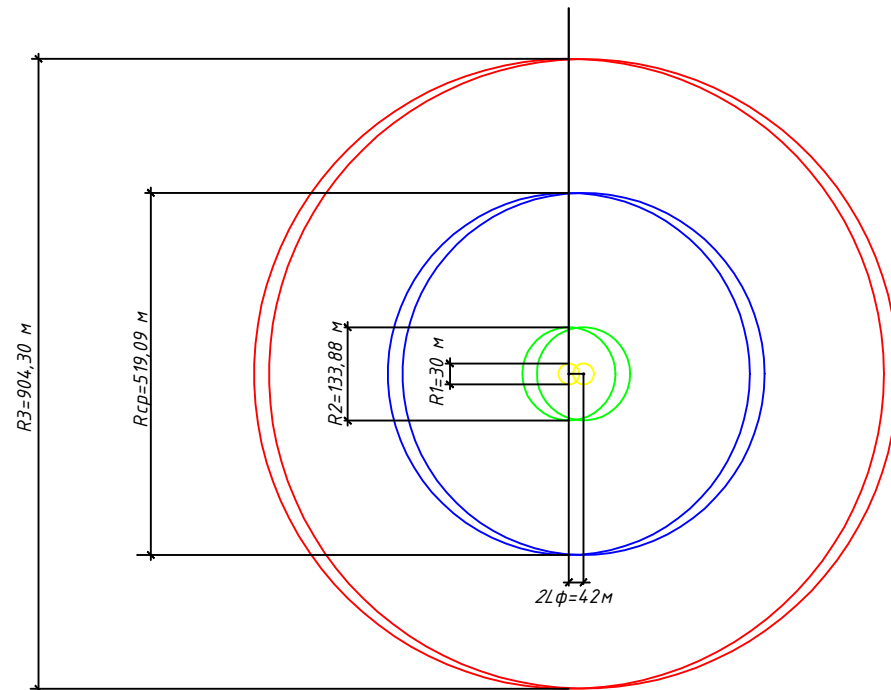
Геолого-технологический
разрез скважины
М 1:1000



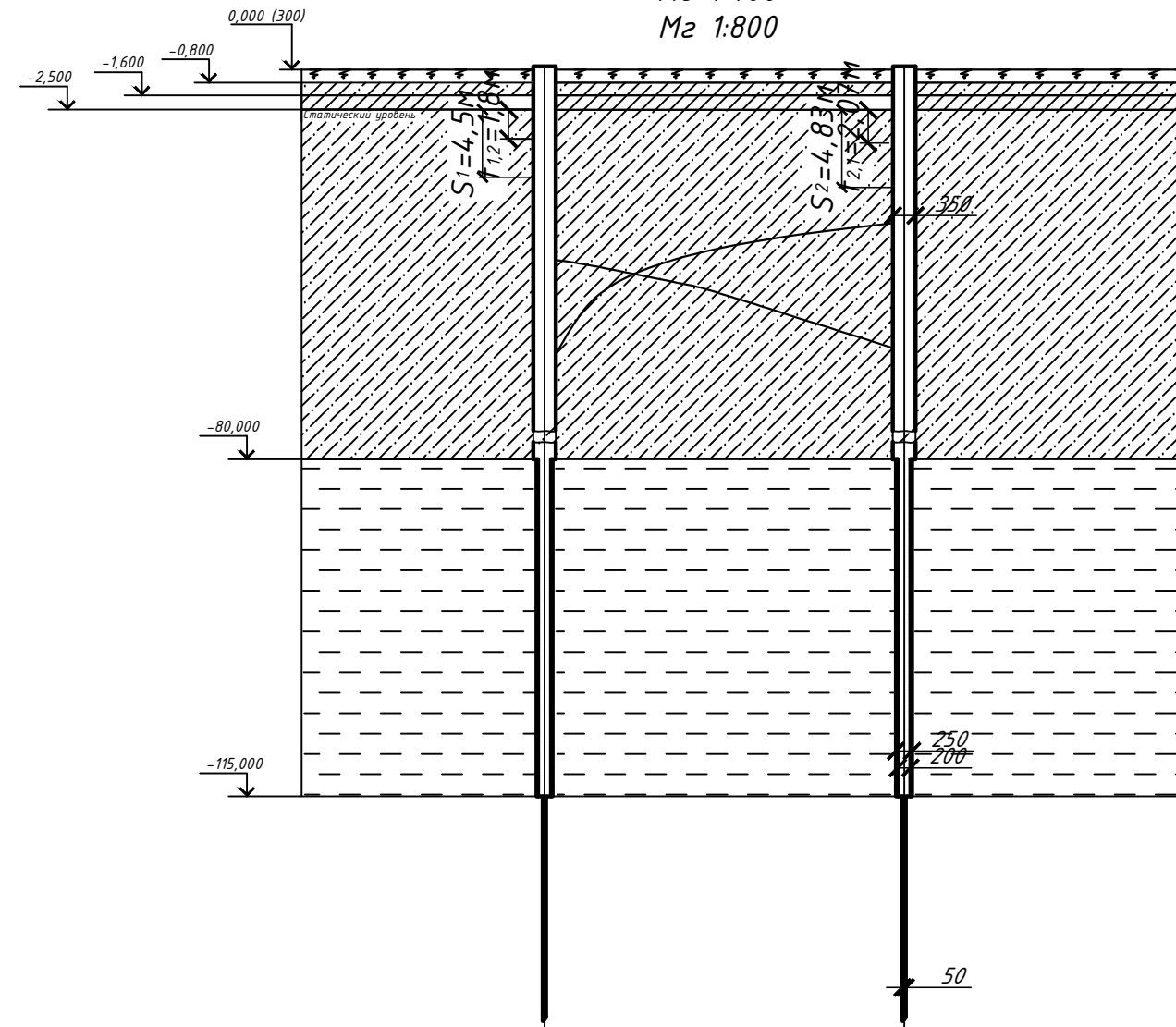
Профиль водозаборного сооружения
М 1:1000



Зоны санитарной охраны
М 1:2000

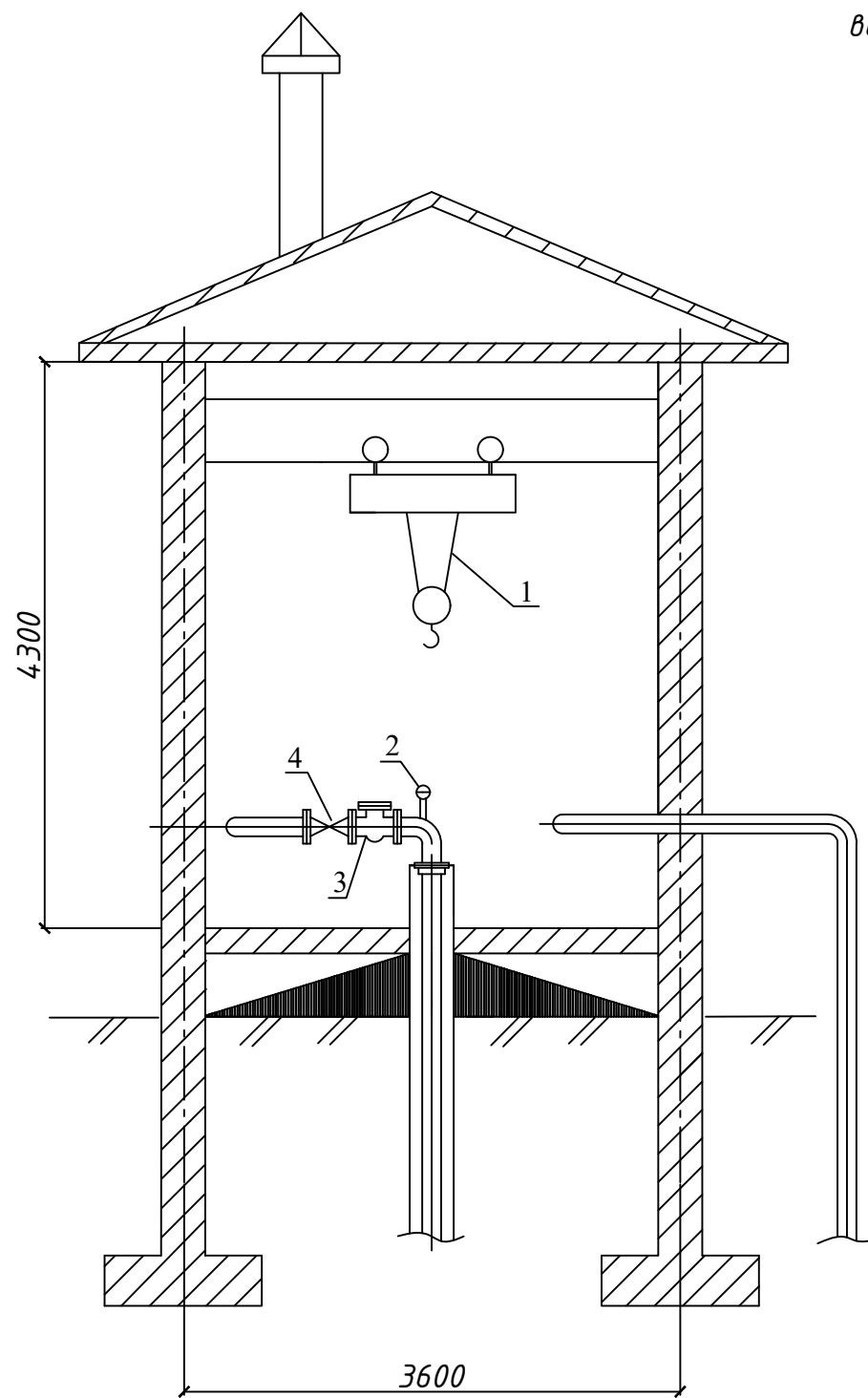


Влияние группового расположения скважин
Мв 1:400
Мг 1:800

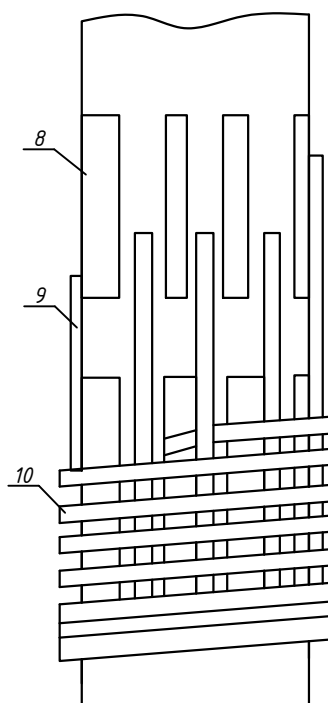


БР 20.03.02 - 2022					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Полей О.В.				
Пров.	Гуменная Е.Ю.				
Н. контр	Гуменная Е.Ю.				
Заф. кафедр	Матюшенко А.И.				
Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки				Стадия	Лист
					2
Профиль водозаборного сооружения; Геолого-технологический разрез скважины; Влияние группового расположения скважин; Зоны санитарной охраны				Листов	6
Кафедра ИСЗиС					

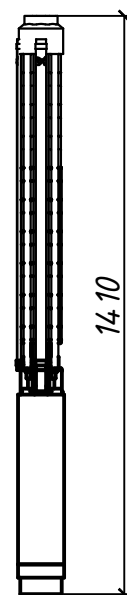
Конструкция павильона
М 1:50



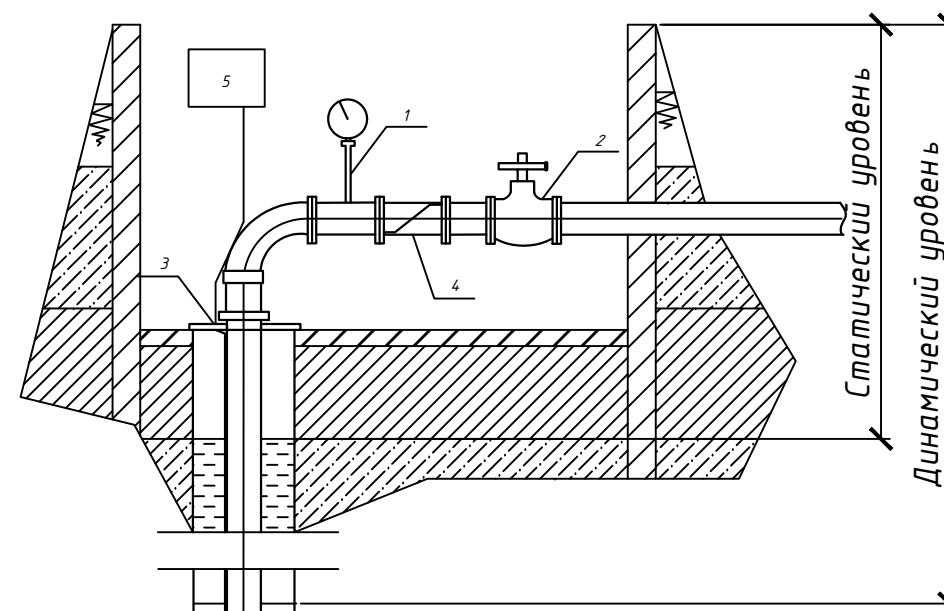
Фильтр с ребристой
водоприемной поверхностью
М 1:200



Насос ЗЭЦВ 8-25-100
М 1:20



Аппаратурное оформление устья скважины



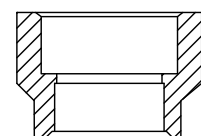
Экспликация павильона

№	Наименование
1	Электрическая таль
2	Манометр
3	Клапан обратный
4	Задвижка

Экспликация оборудования скважины

№	Наименование
1	Манометр
2	Задвижка
3	Оголовок скважины
4	Клапан обратный
5	Система управления
6	Насос ЗЭЦВ 8-25-100
7	Фильтр
8	Трубчатый каркас с щелевой перфорацией
9	Подкладочные продольные стержни
10	Водоприемная поверхность из проволоочной обмотки

Переходная муфта



БР 20.03.02.06 - 2023

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Полей О.В.			
Пров.		Гуменная Е.Ю.			
Н. контр.		Гуменная Е.Ю.			
Зав. кафедр		Матюшенко А.И.			

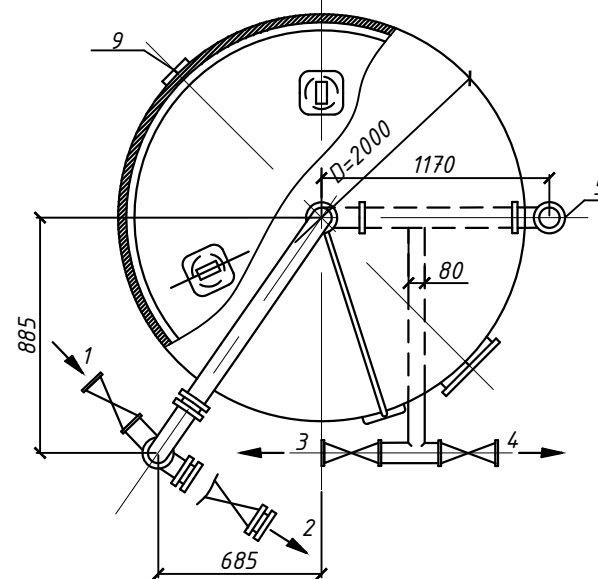
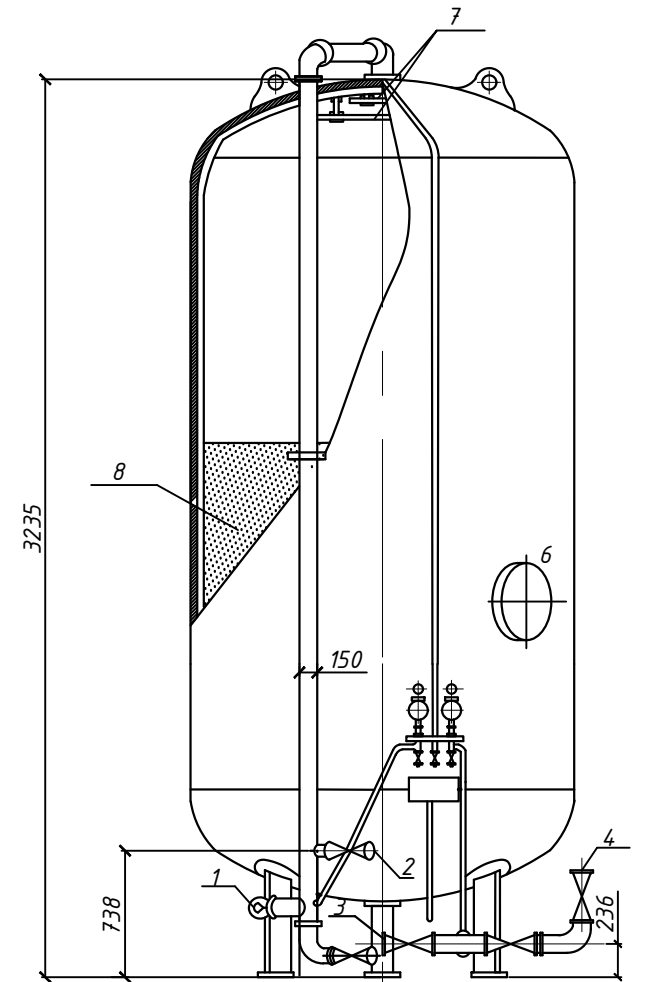
Система водоснабжения коттеджного
поселка и методы водоподготовки

Стадия	Лист	Листов
	3	6

Аппаратурное оформление скважины;
Конструкция павильона; Насос ЗЭЦВ
8-25-100; Фильтр с ребристой водоприемной
поверхностью; Муфта

Кафедра ИСЗиС

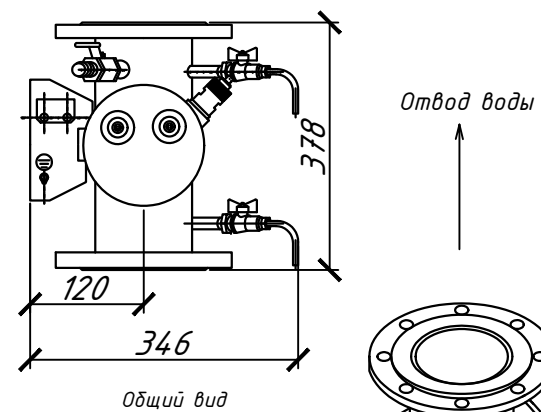
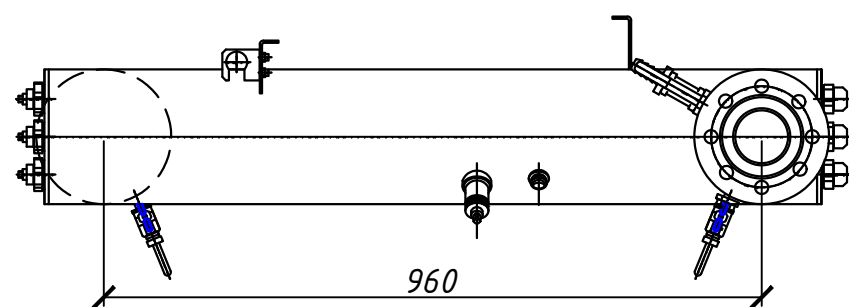
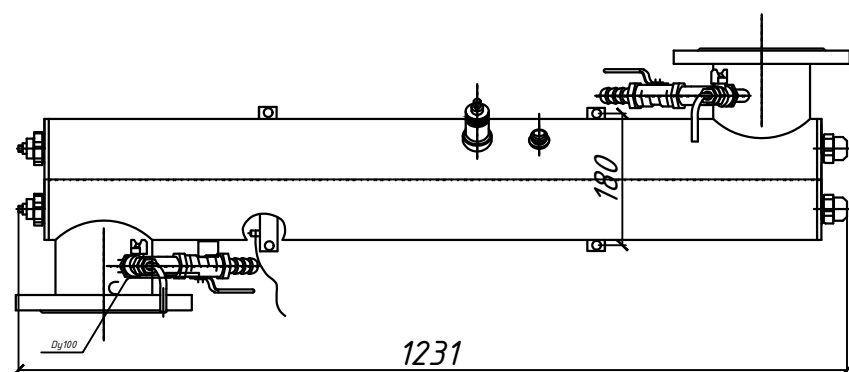
Вертикальный напорный фильтр
М 1:30



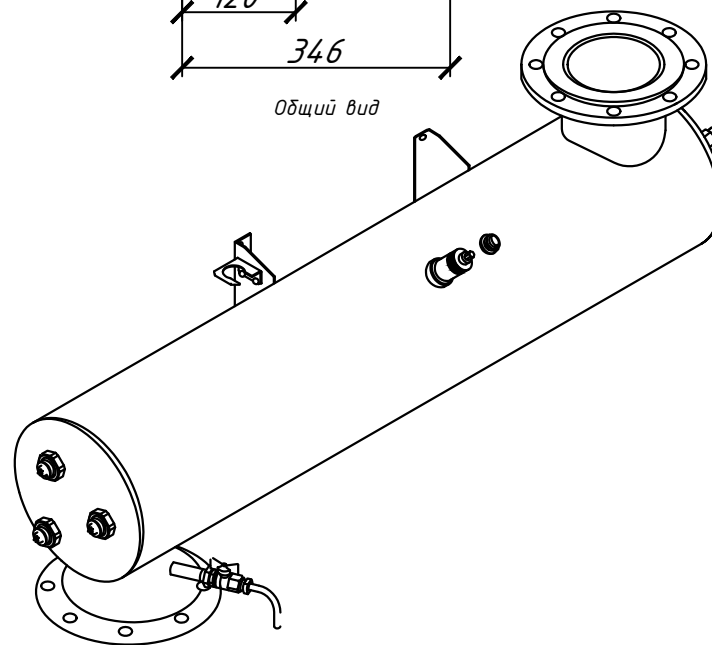
№	Наименование
1	Подача исходной воды
2	Спуск промывной воды
3	Выход обработанной воды
4	Спуск первого фильтрата
5	Подвод промывной воды
6	Лаз круглый
7	Верхнее распределительное устройство
8	Фильтрующий слой
9	Подкладочные продольные стержни
10	Штуцер для гидравлической выгрузки и загрузки фильтра

БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Полей О.В.			
Пров.		Гуменная Е.Ю.			
Н. контр.		Гуменная Е.Ю.			
Зав. кафедр		Матюшенко А.И.			
Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки				Стадия	Лист
					4
Вертикальный напорный фильтр				Листов	6
				Кафедра ИСЗиС	

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-2А300Н"
М 1:10



Общий вид

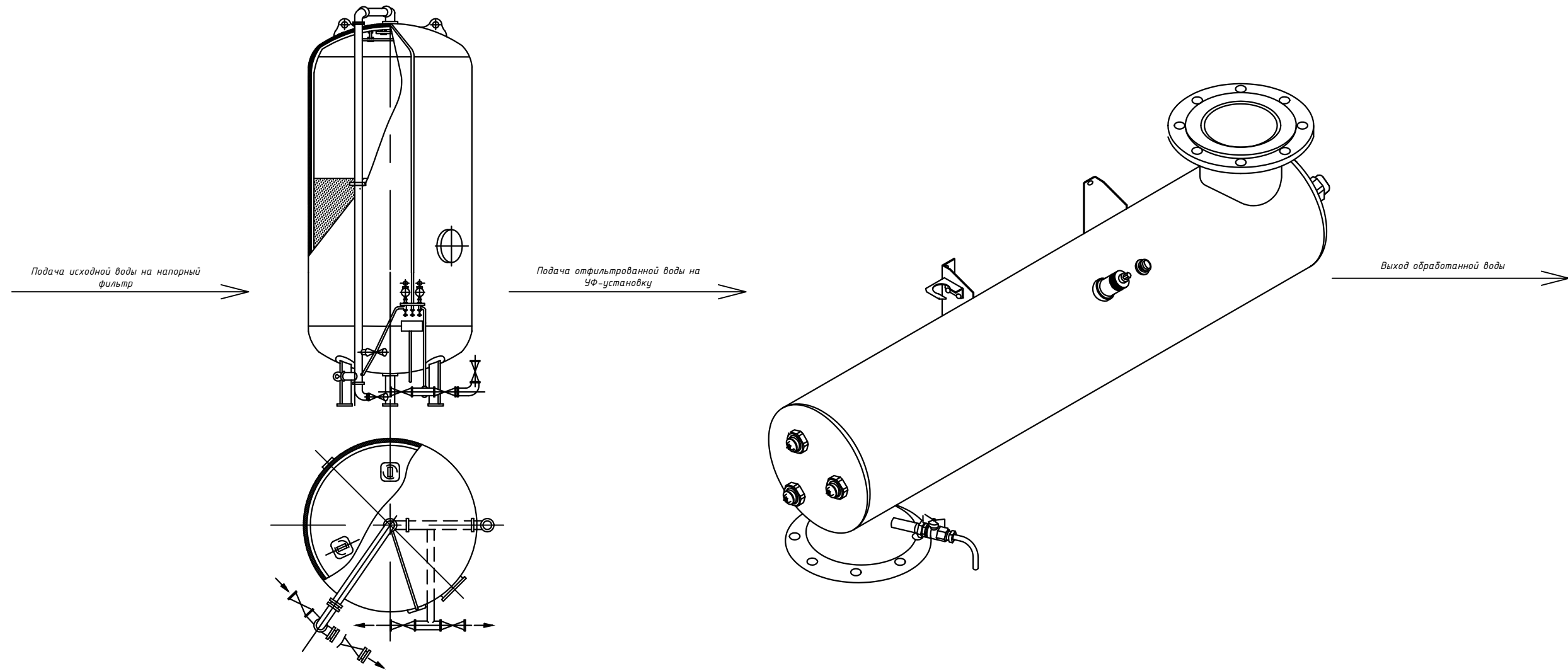


Подвод воды

№	Наименование
1	Подача исходной воды
2	Спуск промывной воды
3	Выход обработанной воды
4	Спуск первого фильтра
5	Подвод промывной воды
6	Лаз круглый
7	Верхнее распределительное устройство
8	Фильтрующий слой
9	Подкладочные продольные стержни
10	Штуцер для гидравлической выгрузки и загрузки фильтра

						БР 20.03.02.06 - 2023			
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки	Стадия	Лист	Листов
Разраб.				Полей О.В.					5
Пров.				Гуменная Е.Ю.		Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-2А300Н"	Кафедра ИСЗиС		
Н. контр.				Гуменная Е.Ю.					
Зав. кафедр				Матюшенко А.И.					

Технологическая схема водоподготовки



БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Полей О.В.				
Пров.	Гуменная Е.Ю.				
Н. контр.	Гуменная Е.Ю.				
Зав. кафедр	Матюшенко А.И.				
Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки				Стадия	Лист
				6	6
Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-2А300Н" Вертикальный напорный фильтр				Кафедра ИСЗиС	

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт

Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

«24» 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
код – наименование направления

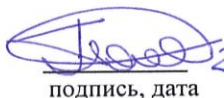
«Система водоснабжения коттеджного поселка и методы водоподготовки»
тема

Руководитель

 23.06.23 к.б.н., доцент
подпись, дата должность, ученая степень

Е.Ю. Гуменная
инициалы, фамилия

Выпускник

 23.06.23
подпись, дата

О. В. Полей
инициалы, фамилия

Красноярск 2023