

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

код – наименование направления

Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края

тема

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, канд.тех.наук  
подпись, дата должность, ученая степень

Т.Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

А.А. Соболева  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края» содержит 58 страниц текстового документа, 14 использованных источников, 6 листов графического материала.

ВОДОПОДГОТОВКА, ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ, ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ, ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ, ФЕРМА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА. НОРМА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, МАШИНОТРАКТОРНЫЙ ПАРК.

Объект – Населенный пункт, ферма крупного рогатого скота.

Цели:

- выбор источника водоснабжения;
- обеспечение водой населенного пункта и фермы;
- расчет необходимого количества и требуемого качества питьевой воды;
- выбор метода обеззараживания;
- проектирование системы водоснабжения фермы;
- разработка плана фермы КРС.

В результате проведенной работы были определены необходимые расходы воды на хозяйственно-питьевые, поливочные, противопожарные нужды населенного пункта, а также на технологические и хозяйственно-питьевые нужды фермы крупного рогатого скота. Был осуществлен выбор и произведен расчет параметров водозаборных сооружений из подземного источника. Произведен расчет параметров насосных станций и подобрано насосное оборудование. Проведено трассирование водопроводной сети и сделан ее гидравлический расчет. Запроектирована система водоснабжения фермы КРС и разработан ее план. Определены зоны санитарной охраны источника водоснабжения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
1 Общие сведения об объекте водоснабжения .....	6
Характеристика района строительства водозабора .....	6
Климат района.....	6
Геологическое строение и гидрогеологические условия. Растительность. Почвы. ....	7
2 Расчетно-технологический раздел .....	8
2.1 Определение расчетных расходов воды .....	8
2.1.1 Потребители воды.....	8
2.1.2 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения .....	8
2.1.3 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта .....	10
2.1.4 Расходы воды на пожаротушение.....	10
2.1.5 Расход воды на нужды местной промышленности.....	11
2.2. Режим водопотребления в течение суток .....	11
2.3. Гидравлический расчет водопроводной сети .....	15
2.4. Расчетная схема отдачи воды потребителю .....	16
2.5. Подготовка сети к гидравлическому расчету .....	18
2.6. Гидравлический расчет сети.....	20
2.7 Расчет фермы крупного рогатого скота.....	24
2.7.1 Структура фермы КРС.....	24
2.7.2 Потребность в производственных помещениях.....	27
2.7.3 Расход воды фермы КРС .....	28
2.7.4 Расход воды на машинотракторный парк .....	29
3 Расчет и проектирования водозабора.....	30

3.1	Подземный водозабор для села .....	30
3.2	Расчет конструкции скважины .....	31
3.3	Гидравлический расчет фильтра .....	32
4	Расчет и проектирование насосных станций .....	34
4.1	Насосная станция I подъема .....	34
4.2	Определение требуемого напора НС .....	35
4.3	Подбор скважинного насоса .....	35
4.4	Оборудование для промывки скважины при заиливании .....	37
4.5	Насосная станция II подъема .....	40
4.6	Определение отметок резервуара .....	40
4.7	Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов .....	42
4.8	Определение требуемого напора насосов станции II подъема .....	43
4.9	Подбор насосов .....	44
4.10	Определение отметки оси насоса .....	46
4.11	Расчет и проектирование насосной станции для фермы КРС .....	47
5	Охрана окружающей среды .....	48
5.1	Характеристика проектируемого объекта .....	48
5.2	Характеристика источника водоснабжения .....	48
5.3	Обеззараживание УФ облучение .....	51
5.4	Оценка воздействия на атмосферный воздух .....	53
5.5	Проектирование зон санитарной охраны источника водоснабжения .....	53
5.6	Охрана окружающей среды при строительстве ферм и комплексов КРС .....	55
	Заключение .....	58
	Список использованной литературы .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование системы водоснабжения очень актуально в наше время, так как оно относится к системам жизнеобеспечения и строится в местах, где живут и работают люди. Правильное решение инженерных задач по водоснабжению в значительной степени определяет уровень благоустройства населенных мест, жилых, общественных и производственных зданий, а также рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Современные системы водоснабжения городов и населенных пунктов представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку с последующей подачей и распределением воды потребителям.

Использование воды ненадлежащего качества очень сильно влияет на здоровье человека и срок службы бытовой техники. Поэтому вода, поступающая из скважины или водопровода, нуждается в специальной обработке, представляющей собой комплекс физических, химических и биологических методов.

Одним из способов улучшения процесса водоочистки является использование современных материалов и реагентов для достижения большей эффективности работы очистных сооружений.

В настоящее время система водоснабжения является базовой отраслью, от эффективности и устойчивости которой зависит стабильность и жизнеспособность всего мирового общества. Любые сбои и напряженность в системе водоснабжения приводят к серьезным социальным, экономическим и экологическим последствиям.

Состояние здоровья людей, уровень санитарно - эпидемиологического благополучия, благоустройство и комфортность жилищ полностью зависят от количества и стабильности водоснабжения населения, от его качества.

В настоящее время в нашей стране 98-99% городов и 81% населенных пунктов городского типа имеют и эксплуатируют централизованные системы

водоснабжения. Источниками централизованного и многих местных систем водоснабжения являются поверхностные воды (реки, водохранилища, каналы, пресные озера), доля которых в общем водозаборе составляет около 68%, а доля подземных вод - около 32%.

В связи с общим глобальным ухудшением экологической обстановки в мире, в том числе и в нашей стране, особенно в последние 50-60 лет, произошло значительное ухудшение качества воды в поверхностных и частично подземных источниках.

## **1 Общие сведения об объекте водоснабжения**

### *Характеристика района строительства водозабора*

Село находится в западной части района, на левом берегу реки Абан, на расстоянии приблизительно 18 километров (по прямой) к северо-северо-западу от посёлка Абан, административного центра района. Абсолютная высота — 212 метров над уровнем моря.

В селе функционируют средняя школа, детский сад, фельдшерско-акушерский пункт, библиотека, отделение связи и сельсовет.

Уличная сеть села состоит из 11 улиц.

Население села составляет 600 человек.

На территории села расположена ферма крупного рогатого скота на 600 голов из них коров молочной продуктивности до 6000 кг/год 400 голов, телят в возрасте до года 200 голов

### *Климат района*

Климатическая характеристика района изысканий приводится по данным метеорологической станции Абан.

Климат района – резко континентальный. Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха приводятся в таблице 1.

Среднее число дней в году со снежным покровом – 88 дней.

Среднее число солнечных дней – 70 дней.

Среднее число пасмурных дней – 112 дней.

Таблица 1.1 – Среднемесячные температуры воздуха за 2020 год

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура воздуха днем	-8,2	-5,8	0,13	14,3	17,7	20,8	22,4	22,7	15,1	4	-4,1	-16,3
Температура воздуха ночью	-10,6	-11,1	-2,5	6,5	11,3	16,1	18,1	16,3	10,1	1,1	-6,2	-18

Таблица 2.1 – Среднемесячное давление воздуха за 2020 год

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Давление воздуха днем	743,4	746,2	740,7	745,1	738,9	734	734	735,2	740,4	742,6	748,1	749,6
Давление воздуха ночью	743,9	746,3	741,3	744,9	715,5	734,4	734,1	735,9	740,9	743,3	748,3	749,6

*Геологическое строение и гидрогеологические условия. Растительность. Почвы.*

Перекрывающие коренные породы нерасчлененные элювиальноделювиальные образования, а также аллювиальные, элювиальные, болотные и пролювиальные отложения, представлены лессовидными породами, суглинками и супесями с включением щебенистого материала, песчаными и песчаногалечными породами, щебенисто-глыбовыми, илистыми и торфянистыми образованиями.

Современный аллювий пойм и первой террасы характеризуется фациальной пестротой и довольно частым присутствием в пойменной фации лессовидных супесей и суглинков. Общая мощность аллювия не превышает 4-6 м. Болотные отложения чаще всего приурочены к поверхности пойм и первых двух надпойменных террас.

Пролювиальные образования занимают очень незначительные площади. Они располагаются в днищах широких безводных падей, представлены в основании разреза грубым обломочным материалом с суглинисто-песчаным

заполнителем. Верхняя часть разреза обычно сложена лессовидными породами. Общая мощность отложений составляет 5-7м.

Основная часть района покрыта нерасчлененными элювиальноделювиальными образованиями. Среди них отмечаются две различных литологических группы отложений: лессовые породы и глинистые образования, - супесчано-суглинистый материал с щебнем. Первая имеет островное залегание, часто с включением дресвы и молодого щебня, отличается палевым цветом, обязательно обладает высокой пылеватостью и макропористостью, в разной степени карбонатна и недоуплотнена. Вторая характеризуется площадным залеганием, присутствием в составе щебенистого материала, цвет соответствует первичному субстрату (серый, коричневый, вишневый и т.д.). Содержание пылевой фракции не превышает 25-30%, содержание карбонатов сильно изменчиво (от 0 до 30-40%).

## **2 Расчетно-технологический раздел**

### *2.1 Определение расчетных расходов воды*

#### *2.1.1 Потребители воды*

Первой задачей при проектировании водопроводной системы является определение количества потребляемой воды и режима ее расходования.

Общее количество воды, которое должен подавать водопровод:

- расход воды, потребляемой населением на хозяйственно – питьевые нужды;
- расход воды на нужды промышленного предприятия;
- расход воды на коммунальные нужды города (полив зеленых насаждений);
- расход воды на нужды местной промышленности;
- расход воды на нужды пожаротушения.

#### *2.1.2 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения*

В селе проживает 600 человек. Дома оборудованы внутренним водопроводом и канализацией с ваннами и местными водонагревателями.



Норма водопотребления на одного жителя принята 160 л/(чел·сут).

Необходимое количество воды для водоснабжения поселка характеризуется суточным расходом. Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N}{1000} \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{160 \cdot 600}{1000} = 96 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

где  $q_{\text{ж}}$  – норма водопотребления, принимаемая согласно табл.1 СП 31.13330.2012 в зависимости от степени благоустройства жилого района;

$N$  – расчетное число жителей, чел.

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления определяется по формулам

$$Q_{\text{сут.макс}} = K_{\text{сут.макс}} \cdot Q_{\text{ср.сут}} \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{сут.макс}} = 1,3 \cdot 96 = 124,8 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{\text{сут.мин}} = K_{\text{сут.мин}} \cdot Q_{\text{ср.сут}} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{сут.мин}} = 0,9 \cdot 96 = 86,4 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

где  $K_{\text{сут. макс. мин.}}$  – коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, принимаются равными  $K_{\text{сут. макс.}}=1,1 \div 1,3$ ;  $K_{\text{сут. мин.}}=0,7 \div 0,9$ .

Расчетные часовые расходы воды  $q_{\text{ч}}$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , определяются по формулам

$$q_{\text{ч.макс}} = K_{\text{ч.макс}} \cdot \frac{Q_{\text{сут.макс}}}{24} \quad (2.4)$$

$$q_{\text{ч.макс}} = 2,975 \cdot \frac{124,8}{24} = 15,47 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$q_{\text{ч.мин}} = K_{\text{ч.мин}} \cdot \frac{Q_{\text{сут.мин}}}{24} \quad (2.5)$$

$$q_{\text{ч.мин}} = 0,0261 \cdot \frac{86,4}{24} = 0,09396 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где  $K_{ч}$  – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формулам

$$K_{ч.макс} = \alpha_{макс} \cdot \beta_{макс} \quad (2.6)$$

$$K_{ч.макс} = 1,25 \cdot 2,38 = 2,975$$

$$K_{ч.мин} = \alpha_{мин} \cdot \beta_{мин} \quad (2.7)$$

$$K_{ч.мин} = 0,45 \cdot 0,058 = 0,0261$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается согласно п.5.2. СП 31.13330.2012,  $\alpha_{макс.}=1,2\div 1,4$ ;  $\alpha_{мин.}=0,4\div 0,6$ ;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2 СП 31.13330.2012 величина которого при численности жителей 600 человек составляет  $\beta_{макс}=2,38$ ;  $\beta_{мин.}=0,058$ .

### 2.1.3 Расходы воды на коммунальные нужды населенного пункта

Среднесуточное потребление воды на поливку определяется в зависимости от покрытия территории, способа полива, вида насаждений, климатических и других местных условий п. 3.3, табл. 3 СП 31.13330.2012

Расход воды на полив  $Q_{полив}$ , м<sup>3</sup>/сут, определяем из расчета на одного жителя 50 л/(чел·сут), по формуле

$$Q_{полив} = \frac{q \cdot n}{1000} \quad (2.8)$$

$$Q_{полив} = \frac{50 \cdot 600}{1000} = 30 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где  $n$  – количество жителей, чел.

$q$  – расход на одного жителя

Принимаю 1 поливку в сутки общей продолжительностью 8. Режим поливочного водопотребления принимаю равномерным в течение принятой продолжительности поливки.

### 2.1.4 Расходы воды на пожаротушение

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте, для расчета

магистральных и кольцевых линий водопроводной сети, принимаем при застройке населенного пункта зданиями высотой до 2-х этажей с общей численностью более 600 чел., принимаем количество одновременных пожаров согласно СП 8.13130.2020 – 1, расход воды на тушение одного пожара – 5 л/с, что соответствует III степени огнестойкости здания.

### 2.1.5 Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность определяется по формуле

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot Q_{сут.макс} \quad (2.9)$$

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot 124,8 = 12,48 \text{ м}^3/\text{сут}$$

### 2.2. Режим водопотребления в течение суток

Питьевая вода расходуется со значительными колебаниями в различные часы суток. Поэтому для гидравлического расчета водопроводной сети и сооружений на ней составляется часовой график водопотребления в течение суток.

Результаты расчета водопотребления по часам суток приведены в таблице 2.1.

По данным таблицы 2.1 чертим ступенчатый график водопотребления населенного пункта по часам суток.

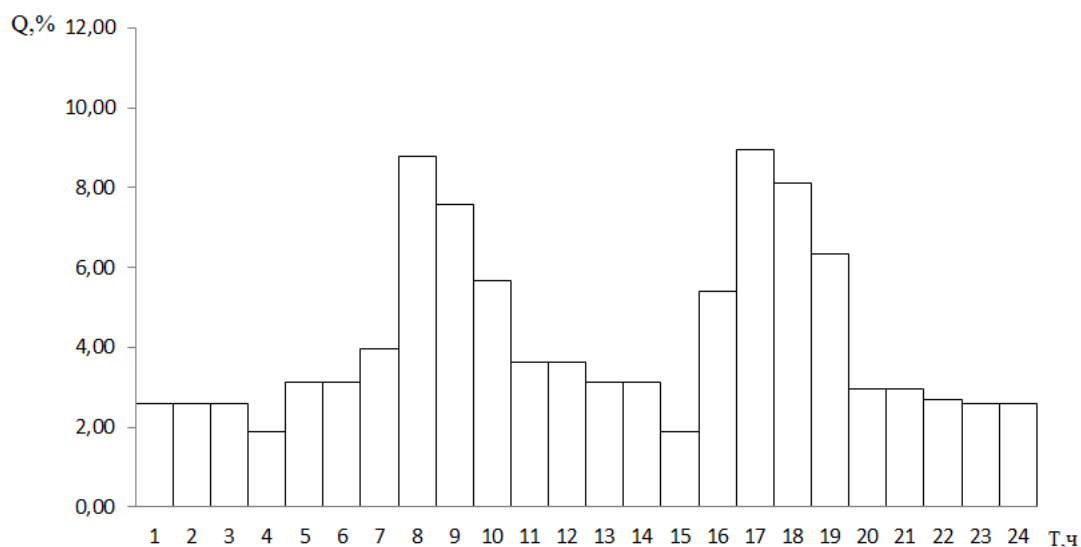


Рисунок 2.1 – График водопотребления по часам суток

Таблица 2.1 – График водопотребления по часам суток

Часы суток	Хозяйственно – питьевые нужды,		Нужды местной промышленности	Поливка улиц и зеленных насаждений	Всего	
	Кч=2,5 %	м <sup>3</sup>				%
0–1	1,2	1,4976	0,52	3,75	6,968	2,61
1–2	1,2	1,4976	0,52	3,75	6,968	2,61
2–3	1,2	1,4976	0,52	3,75	6,968	2,61
3–4	2	2,496	0,52		5,016	1,88
4–5	3,5	4,368	0,52		8,388	3,14
5–6	3,5	4,368	0,52		8,388	3,14
6–7	4,5	5,616	0,52		10,636	3,98
7–8	10,2	12,7296	0,52		23,450	8,77
8–9	8,8	10,9824	0,52		20,302	7,60
9–10	6,5	8,112	0,52		15,132	5,66
10–11	4,1	5,1168	0,52		9,737	3,64
11–12	4,1	5,1168	0,52		9,737	3,64
12–13	3,5	4,368	0,52		8,388	3,14
13–14	3,5	4,368	0,52		8,388	3,14
14–15	2	2,496	0,52		5,016	1,88
15–16	6,2	7,7312	0,52		14,458	5,41
16–17	10,4	12,9792	0,52		23,899	8,94
17–18	9,4	11,7312	0,52		21,651	8,10
18–19	7,3	9,1104	0,52		16,930	6,33
19–20	1,6	1,9968	0,52	3,75	7,867	2,94
20–21	1,6	1,9968	0,52	3,75	7,867	2,94
21–22	1,3	1,6224	0,52	3,75	7,192	2,69
22–23	1,2	1,4976	0,52	3,75	6,968	2,61
23–24	1,2	1,4976	0,52	3,75	6,968	2,61
Итого	100	124,8	12,48	30	267,28	100,00

Определяем регулируемую емкость бака РЧВ. Расчет емкости бака РЧВ приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-II подъема, %	Подача воды НС-I подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
0–1	3	4,16	1,16		7,01
1–2	3	4,16	1,16		8,17
2–3	3	4,16	1,16		9,33
3–4	3	4,16	1,16		10,49
4–5	3	4,16	1,16		11,65
5–6	3	4,16	1,16		12,81
6–7	5,8	4,17		-1,63	11,18
7–8	5,8	4,17		-1,63	9,55
8–9	5,8	4,17		-1,63	7,92
9–10	5,8	4,17		-1,63	6,29
10–11	5,8	4,17		-1,63	4,66
11–12	5,8	4,17		-1,63	3,03
12–13	3	4,16	1,16		4,19
13–14	3	4,16	1,16		5,35
14–15	3	4,17	1,17		6,52
15–16	5,8	4,17		-1,63	4,89
16–17	5,8	4,17		-1,63	3,26
17–18	5,8	4,17		-1,63	1,63
18–19	5,8	4,17		-1,63	0
19–20	3	4,17	1,17		1,17
20–21	3	4,17	1,17		2,34
21–22	3	4,17	1,17		3,51
22–23	3	4,17	1,17		4,68
23–24	3	4,17	1,17		5,85
Итого	100	100	16,3	-16,3	

Полный объем резервуаров чистой воды,  $W_{РЧВ}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож} \quad (2.10)$$

где  $W_{рег}$  – регулирующий объем воды в резервуаре;

$W_{соб.н}$  – объем воды на собственные нужды станции.

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 3,14% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{12,81 \cdot 267,28}{100} = 34,23 \text{ м}^3$$

Неприкосновенный противопожарный объем  $W_{\text{пож}}$  рассчитывается из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров  $n$  в течение всего нормативного времени тушения пожара  $T_{\text{пож}}$  и определяется по формуле

$$W_{\text{пож}} = 3,6t \cdot (n_{\text{нп}} \cdot q_{\text{нп}} + n_{\text{пп}} \cdot q_{\text{пп}}) \quad (2.11)$$

$$W_{\text{пож}} = 3,6 \cdot 3(1 \cdot 5 + 2,5) = 81 \text{ м}^3$$

где  $n$  – расчетное количество пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по СНиП 2.04.02 – 84\*;

$q$  – расход воды на тушение одного пожара, соответственно в населенном пункте и на промышленном предприятии л/с;

$T_{\text{пож}}$  – нормативное время тушения одного пожара, принимается 3 ч.

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет 5% от  $Q_{\text{сут.макс}}$ :

$$W_{\text{сн}} = \frac{267,28 \cdot 5}{100} = 13,36 \text{ м}^3$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{\text{рчв}} = 34,23 + 81 + 13,36 = 128,59 \text{ м}^3$$

Принимаю нетиповой резервуар  $W$   $150 \text{ м}^3$  цилиндрический, заглубленный из сборных железобетонных конструкций площадью  $42 \text{ м}^2$ , размерами  $6 \times 7$  м, глубиной 3,6 м.

Полный объем водонапорной башни,  $W_{\text{вб}}$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$W_{\text{вб}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} \quad (2.12)$$

$$W_{\text{рег}} = \frac{5,06 \cdot 267,28}{100} = 13,52 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$W_{\text{пож}} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 3600}{60 \cdot 1000} = 3 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{вб}} = 13,52 + 3 = 16,52 \text{ м}^3$$

## Определяем объем бака водонапорной башни

Таблица 2.3 – Расчет объема водонапорной башни

Часы суток	Всего %	Подача воды НС-II подъема, %	Поступление воды в бак, %	Расход воды из бака, %	Остаток воды в баке, %
0–1	2,61	3	0,39		1,60
1–2	2,61	3	0,39		2,00
2–3	2,61	3	0,39		2,39
3–4	1,88	3	1,12		3,51
4–5	3,14	3		-0,14	3,37
5–6	3,14	3		-0,14	3,23
6–7	3,98	5,8	1,82		5,06
7–8	8,77	5,8		-2,97	2,08
8–9	7,60	5,8		-1,80	0,29
9–10	5,66	5,8	0,14		0,42
10–11	3,64	5,8	2,16		2,58
11–12	3,64	5,8	2,16		4,74
12–13	3,14	3		-0,14	4,60
13–14	3,14	3		-0,14	4,46
14–15	1,88	3	1,12		5,59
15–16	5,41	5,8	0,39		5,98
16–17	8,94	5,8		-3,14	2,83
17–18	8,10	5,8		-2,30	0,53
18–19	6,33	5,8		-0,53	0
19–20	2,94	3	0,06		0,06
20–21	2,94	3	0,06		0,11
21–22	2,69	3	0,31		0,42
22–23	2,61	3	0,39		0,82
23–24	2,61	3	0,39		1,21
Итого	100	100	11,30	-11,30	

### 2.3. Гидравлический расчет водопроводной сети

#### Принципы трассировки водопроводной сети

Водопроводная сеть – один из основных элементов системы водоснабжения, взаимосвязана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, и регулирующей емкостью контррезервуаров.

Правильный выбор конфигурации водопроводной сети обеспечивает надежность ее работы.

Основные принципы трассировки водопроводной сети:

- 1) сеть должна охватывать всех потребителей;

2) подачу воды потребителям необходимо подавать по кратчайшим расстояниям;

3) должна быть обеспечена бесперебойная подача воды потребителям.

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается устройством кольцевой сети.

После проведенной трассировки сети основная магистральная сеть состоит из 4-х колец.

Производим гидравлический расчет магистральной сети методом Лобачева–Кросса.

#### 2.4. Расчетная схема отдачи воды потребителю

В основу гидравлического расчета положено, что каждый участок сети отдает постоянный удельный расход  $q_{уд}$ , л/(с·м), который определяется по формуле

$$q_{уд} = \frac{Q - Q_{соср.}}{\sum l}, \text{ л/(с·м)}, \quad (2.13)$$

где  $q_{уд}$  – удельный расход воды на 1 м сети, л/(с·м);

$Q$  – общий расход воды, л/с;

$Q_{соср.}$  – сосредоточенный расход, отбираемый крупным потребителем, л/с;

$\sum L$  – суммарная длина участков магистральной водопроводной сети, через которые осуществляется отбор воды м.

В сумму длин  $\sum L$  не включают участки сети (или их часть), проходящие по незастроенной территории, из которых не отбирается вода. Не входит также в сумму  $\sum L$  половина длин участков с односторонним отбором воды (застройка с одной стороны).



Удельные отборы определяют дифференцированно по районам города в зависимости от плотности населения (этажности застройки) и степени санитарно-технического благоустройства зданий.

Зная удельный отбор  $q_{уд}$ , л/с на 1 м (для всего города или по районам), можно определить путевые отборы воды  $q_{пут}$ , л/с, из каждого участка сети:

$$q_{пут} = q_{уд} \cdot L, \quad (2.14)$$

где  $L$  — длина участка, м.

Для упрощения расчета, принимаем, что вода отбирается из сети в виде сосредоточенных расходов в узлах магистральной водопроводной сети. Узловой расход равен полсуммы путевых расходов участков, примыкающих к узлу, также учитывается сосредоточенный расход.

Узловой расход определяется по формуле:

$$q_{узл} = \frac{\sum q_{пут}}{2} \text{ л/с.}, \quad (2.15)$$

Удельный расход при максимальном водозаборе:

$$q_{уд} = \frac{(27,6 - 2,478 - 1,23) \cdot 1000}{2080 \cdot 3600} = 0,0032 \text{ л/(с} \cdot \text{м)},$$

Результаты расчета путевых расходов приведены в таблице 2.4, узловых расходов в таблице 2.5.

Таблица 2.4 – Определение путевых расходов

№ участков	Расчетная длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с, при максимальном	
		водоразборе	водоразборе при пожаре
1-2	300	0,96	
2-3	340	1,088	
3-4	260	0,832	
4-5	280	0,896	
5-6	220	0,704	
6-1	420	1,344	
1-4	260	0,832	
Итого	2080	6,656	

Таблица 2.5 – Определение узловых расходов

№ узла	№ участка, примыкающего к узлу	Путевой расход, л/с, в час максимального	Расчетный узловой расход, л/с, в час максимального
		водоразбора	водоразбора
1	1-2		1,568
	1-6		
	1-4		
2	1-2		1,024
	2-3		
3	2-3		0,96
	3-4		
4	3-4		1,28
	4-5		
	4-1		
5	4-5		0,8
	5-6		
6	5-6		1,024
	6-1		
Итого			6,656

### 2.5. Подготовка сети к гидравлическому расчету

Подготовка водопроводной сети к гидравлическому расчету – предварительное распределение расходов по участкам кольцевой сети. Первоначально общий расход воды равномерно распределяем между параллельными магистралями.

При гидравлическом расчете определяем диаметры трубопроводов, скорости движения воды и потери напора в сети. Расчет производим по таблицам для гидравлического расчета Ф.А. Шевелева, соблюдая следующие условия:

- 1) сумма приходящих к узлу расходов равна сумме выходящих из узла расходов;
- 2) должен соблюдаться I закон Кирхгофа – сумма потерь напора на участках, где расход движется в рассматриваемом кольце по часовой стрелке, должна быть равна сумме потерь напора на участках с противоположным

направлением движения расхода (против часовой стрелки). Допускаемая невязка при расчете  $\Delta h \leq \pm 0,5$  м.

Кольцевую сеть проектируем из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001\*.

Преимущества, определяемые свойствами полиэтиленовых труб:

- Высокая износостойкость (гарантийный срок службы - 50 лет);
- Принципиальное отсутствие всех видов коррозии;
- Низкое микробиальное обрастание;
- Нетоксичность - отсутствие воздействия на вкусовые качества и запах воды;
- Гидродинамическая пропускная способность полиэтиленовой трубы не ухудшается со временем (практически отсутствует механическое зарастание трубы из-за низкой шероховатости поверхности);
- Высокая надежность при механических перегрузках вследствие таких свойств ПЭ, как вязкость и упругость одновременно;
- Хорошие теплоизоляционные свойства;
- Полиэтиленовые трубы в 2 - 4 раза легче стальных, что существенно облегчает их транспортировку и монтаж;
- Выпускаются отрезками до 13 м и бухтами длиной до 400 м;
- Стыковая сварка полиэтиленовых труб полностью автоматизирована, дешева, проста и не требуется дополнительных расходных материалов.

## 2.6. Гидравлический расчет сети

По таблицам Ф.А. Шевелева определяем:

- диаметры трубопроводов –  $D_y$ , мм;
- потери напора в водоводах и водопроводной сети –  $1000i$ , мм/м;
- скорость движения воды –  $v$ , м/с.

Расчетные случаи работы сети:

– в час наибольшего водопотребления принимаем сеть из полиэтиленовых труб  $\varnothing 63 - 90$  мм ГОСТ 18599 – 2001\*, схема гидравлического расчета приведена на рис. 2.2;

– при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлический расчет сети на два этих случая приведен в таблицах 2.7 - 2.8, схема гидравлического расчета приведена на рисунках 2.2 и 2.3.

При известной конфигурации сети, заданных значениях длин ее участков, мест и величин отборов воды из сети может быть намечено неограниченное число вариантов распределения расходов воды по ее участкам. В каждом из таких вариантов необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него, т. е.  $\sum Q_{\text{узла}} = 0$

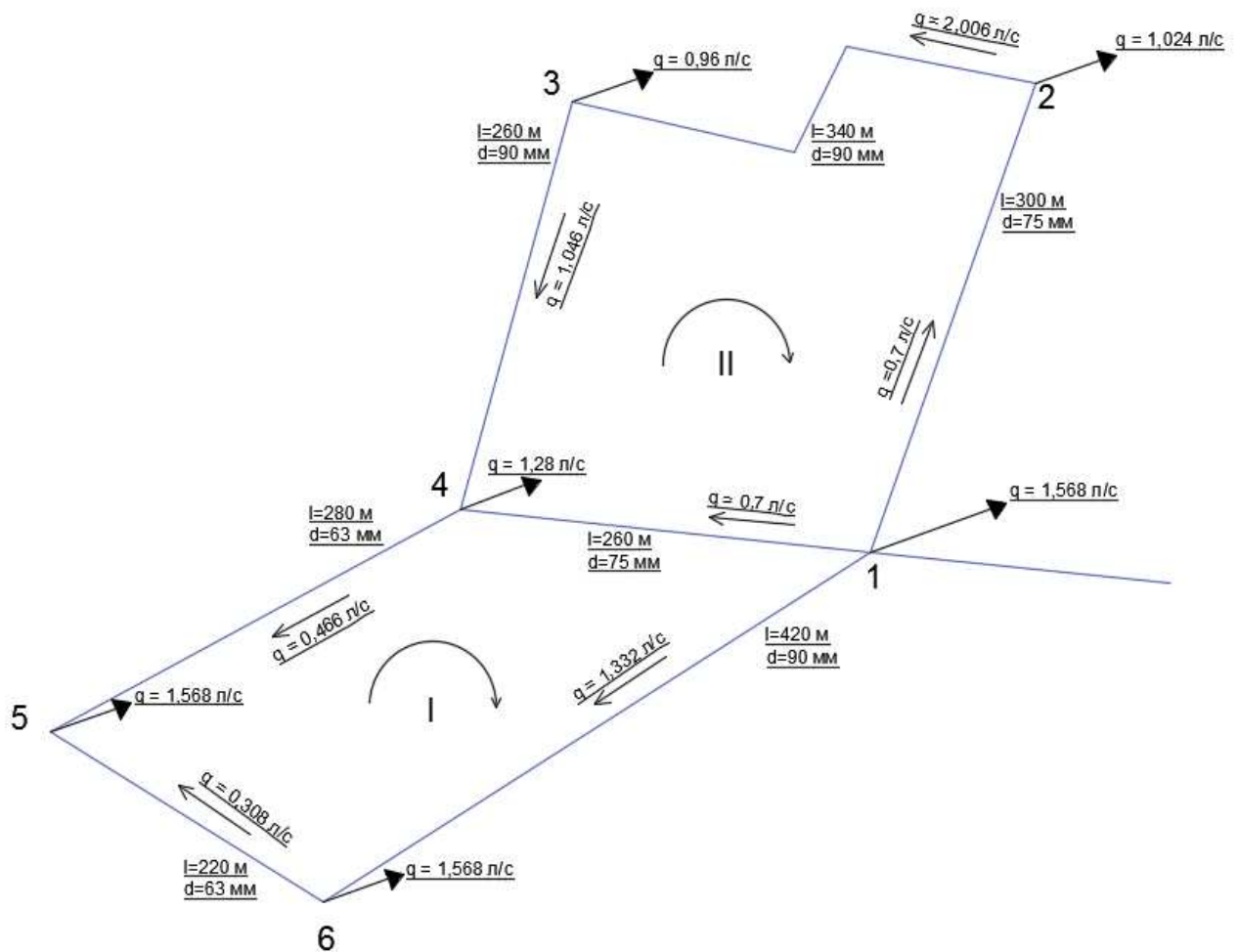


Рисунок 2.2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водопотребления

Предварительное потокораспределение при пожар в час максимального водоразбора весь расход воды составляет:  $Q = 6,64 + 5 = 11,64 \text{ л/с}$  и поступает в узел 5 от НС-2.

Предполагаем, что пожар происходит в узле 5.

Удельные отборы и сосредоточенные отборы воды предприятиями в данном расчетном случае такие же, как и в случае максимального водоразбора.

Таблица 2.6 - Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления.

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\delta$	$S_0$	$S = S_0 \cdot \delta \cdot l$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Предварительное распределение</b>										
I	1-4	260	0,7	75	0,205	1,439	0,001638	0,612841	0,42899	-0,300
	4-5	280	0,466	63	0,24	1,368	0,007934	3,039039	1,41619	-0,660
	5-6	220	0,308	63	0,1	1,439	0,007934	2,511746	0,77362	0,238
	6-1	420	1,332	90	0,264	1,35	0,000632	0,358231	0,47716	0,636
									<b>3,09596</b>	<b><math>\Delta h = -0,086</math></b>
II	1-4	260	0,7	75	0,205	1,439	0,001638	0,612841	0,42899	0,300
	4-3	260	1,046	90	0,204	1,439	0,000632	0,236382	0,24726	-0,259
	3-2	340	2,006	90	0,406	1,23	0,000632	0,264219	0,53002	-1,063
	2-1	300	0,7	75	0,205	1,439	0,0001638	0,707125	0,49499	0,346
									<b>1,701125</b>	<b><math>\Delta h = -0,675</math></b>

Таблица 2.7 – Гидравлический расчет сети с исправлениями

№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$ , л/с	q, л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
<b>I исправление</b>						
I	1-4	-0,014	0,198	0,884	0,542027	-0,479
	4-5			0,466	1,416192	-0,660
	5-6			0,308	0,773618	0,238
	6-1			1,332	0,477163	0,636
					<b>3,209</b>	<b><math>\Delta h = -0,265</math></b>
II	1-3	0,198	-0,014	0,884	0,541999	0,479
	3-4	-0,198		0,848	0,200357	-0,170
	4-5	-0,198		1,808	0,477602	-0,863
	5-1	0,198		0,898	0,635281	0,571
					<b>1,855239</b>	<b><math>\Delta h = 0,017</math></b>

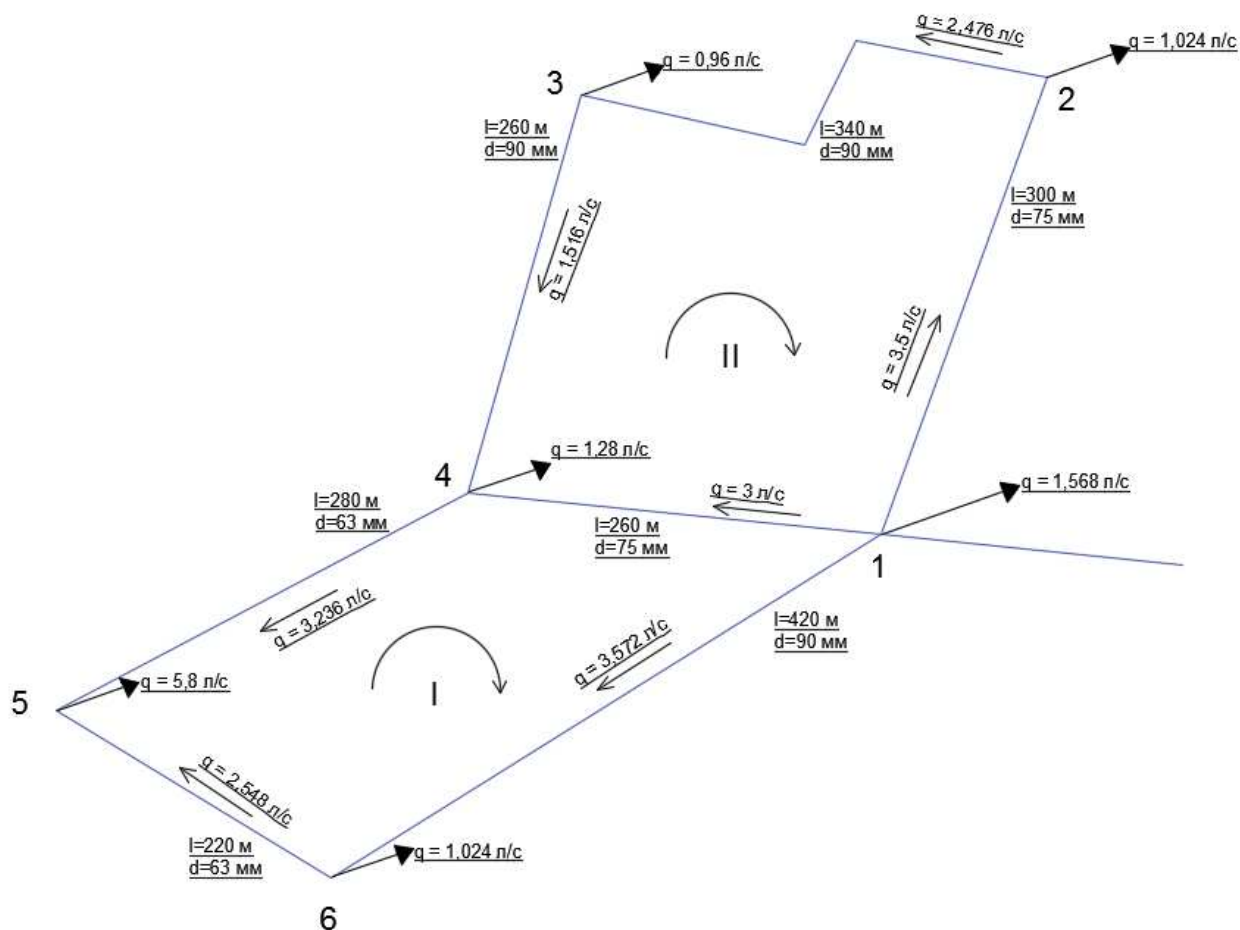


Рисунок 2.3 – Схема гидравлического расчета кольцевой водопроводной сети при пожаре в час наибольшего водопотребления.

Таблица 2.8 - Гидравлический расчет сети при пожаре в час наибольшего водопотребления.

№ кольца	№ участка	l, м	q, л/с	d, мм	v, м/с	$\delta$	$S_0$	$S = S_0 \cdot \delta \cdot l$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Предварительное распределение</b>											
I	1-4	260	3	75	0,877	1,032	0,001638	0,439508	1,31852	-3,956	
	4-5	280	3,236	63	1,728	0,883	0,007934	1,961602	6,34774	-20,541	
	5-6	220	2,548	63	1,364	0,932	0,007934	1,626787	4,14505	10,562	
	6-1	420	3,572	90	0,725	1,075	0,000632	0,285258	1,01894	3,640	
									<b>12,8302</b>	<b>6</b>	<b><math>\Delta h = -10,296</math></b>
II	1-4	260	3	75	0,877	0,032	0,001638	0,439508	1,31852	3,956	
	4-3	260	1,516	90	0,307	1,036	0,000632	0,214534	0,32652	-0,493	
	3-2	340	2,476	90	0,502	1,169	0,000632	0,251115	0,62176	-1,539	
	2-1	300	3,5	75	1,023	0,995	0,001638	0,488943	1,71130	5,990	
									<b>3,97682</b>	<b>3</b>	<b><math>\Delta h = 7,913</math></b>

Таблица 2.9 – Гидравлический расчет сети с исправлениями

№ кольца	№ участка	$\Delta q$ , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$ , л/с	$q$ , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
<b>I исправление</b>						
I	1-4	-0,401	-0,995	1,604	0,704873	-0,0130
	4-5	-0,401		2,835	5,561142	-15,766
	5-6	0,401		2,949	4,797396	14,148
	6-1	0,401		3,973	1,133329	4,503
					<b>12,19674</b>	<b><math>\Delta h=1,754</math></b>
II	1-3	-0,995	-0,401	1,604	0,705042	1,131
	3-4	0,995		2,511	0,538695	-1,353
	4-5	0,995		3,471	0,871621	-3,025
	5-1	-0,995		2,505	1,224802	3,068
					<b>3,34016</b>	<b><math>\Delta h=0,179</math></b>
<b>II исправление</b>						
I	1-4	0,072	0,027	1,703	0,748341	-1,274
	4-5	0,072		2,907	5,702377	-16,577
	5-6	-0,072		2,877	4,680267	13,465
	6-1	-0,072		3,901	1,11279	4,341
					<b>12,24378</b>	<b><math>\Delta h=-0,045</math></b>
II	1-3	0,027	0,072	1,703	0,748458	
	3-4			2,511	0,538695	
	4-5			3,471	0,871621	
	5-1			2,505	1,224802	
					<b>3,383577</b>	<b><math>\Delta h=-0,035</math></b>

## 2.7 Расчет фермы крупного рогатого скота

### 2.7.1 Структура фермы КРС

В соответствии с требованиями СП 19.13330 ферма (комплекс) должна быть обеспечена водой (в том числе горячей), теплом, электроэнергией и подъездными путями, обеспечивающими круглогодичной подвоз кормов, подстилки и вывоз продукции, отходов производства (навоза), подъезд пожарной техники.

Ферма, комплекс должны находиться в пределах установленного радиуса действия пожарного депо.

Каждая ферма и комплекс должны иметь сплошное ограждение высотой не менее 1,8 м и проезды на территорию, оборудованные дезбарьерами.



В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 каждая ферма и комплекс должны быть отделены от жилого района санитарно-защитной зоной.

Для молочных и комбинированных пород применяют две системы содержания: круглогодичную стойловую (без пастбищную) и стойлово-пастбищную; для мясных пород - три системы: круглогодичную стойловую, стойлово-пастбищную и круглогодичную пастбищную. Система содержания в каждом конкретном случае определяется заданием на проектирование в зависимости от состояния кормовой базы (включая наличие пастбищ), направления продуктивности и мощности фермы (комплекса). На комплексах по выращиванию и откорму молодняка, применяют круглогодичное стойловое содержание.

Для коров молочных пород при круглогодичном стойловом содержании организуют активный моцион (ежедневные прогулки на расстояние не менее 2 км). Для ремонтных быков и быков-производителей организуют активный моцион по кольцевым коридорам.

Для сухостойных коров и ремонтных телок в летний период во всех случаях целесообразно предусматривать использование пастбищ.

В стойловый период в течение дня животным старше трех месяцев (за исключением скота на откорме) предоставляется прогулка на выгульных площадках или выгульно-кормовых дворах продолжительностью не менее 2 ч (для ремонтных быков и быков-производителей - 3-4 ч).

При использовании пастбищ, удаленных от ферм более чем на 3 км, на них устраиваются летние лагеря, оборудованные кормушками и поилками, навесами и загонами, пунктами искусственного осеменения и, в необходимых случаях, доильными установками, родильными отделениями.

При привязном способе содержания скота молочных и комбинированных пород животных размещают в индивидуальных стойлах, с использованием подстилки или без нее, обеспечивающих быстрое одновременное отвязывание.

Кормление и поение животных организуют в стойлах, а при круглогодичном стойловом содержании в летний период и на выгульно-кормовых дворах.

Поют животных из поилок, которые устанавливают в помещениях и на выгульно-кормовых дворах. Доеение осуществляется в доильных залах.

Содержание животных в значительной мере предопределяет технологию производства продукции животноводства. Перспективная технология содержания животных должна предусматривать их удобное размещение, внедрение комплексности механизации, автоматизацию и научную организацию труда.

Предусматривается следующая классификация крупного рогатого скота по возрастным группам с учетом физиологического состояния животных:

- а) быки-производители в возрасте 1,5 лет и старше;
- б) коровы: дойные и с телятами на подсосе; сухостойные (стельные, которых прекратили доить за 2 месяца до отела), новотельные (первые две недели после отела); первотелки - растелившиеся нетели;
- в) нетели - стельные телки;
- г) телята: молочных и комбинированных пород от рождения до 6 месяцев (в том числе профилакторный период до 14-20 дней); мясных пород - от рождения до 6-8 месяцев;
- д) молодняк молочных и комбинированных пород от 6 до 18 месяцев;
- е) молодняк мясных пород от 6 до 18 месяцев.

Структура стада определяется с учетом перспективы развития животноводческой отрасли в хозяйстве и увеличения выпуска продукции.

Таблица 2.10. – Структура стада фермы КРС

Группа животных	Количество голов
Дойные коровы	400
Телята	200

Тип производственных помещений и потребность в них зависит от вида и структуры поголовья животных и принятой системой содержания.

На территории фермы КРС располагается машинотракторный парк, состоящий из 2 легковых автомобилей, 6 тракторов, 2 комбайна.

#### *2.7.2 Потребность в производственных помещениях*

Территория для размещения ферм и комплексов крупного рогатого скота выбирается в соответствии с требованиями СП 19.13330, [3], [4], [5] и требованиями настоящих методических рекомендаций на основе технико-экономических расчётов и с учётом соблюдения требований охраны окружающей среды.

Участок для строительства должен быть сухим, с уклоном для отвода поверхностного стока, располагаться с наветренной стороны по отношению к предприятиям с вредными выбросами и с подветренной стороны по отношению к поселениям и рекреационным зонам.

Не допускается выбирать площадку строительства на месте бывших скотомогильников, полигонов для бытовых отходов, кожевенно-сырьевых предприятий.

Территория под строительство благоустраивается в соответствии с требованиями СП 82.13330 путем планировки, применения соответствующих покрытий для проездов и технологических площадок, обеспечения уклонов и устройства лотков (канав) для отвода и стока с территории талых, ливневых и

дождевых вод. Конструкцию покрытий проездов и технологических площадок необходимо принимать с учетом особенностей, предполагаемых к применению мобильных, транспортных и уборочных средств.

В соответствии с требованиями СП 19.13330 вдоль границы территории и, по возможности, между отдельными зданиями и сооружениями на территории следует создавать зеленую зону из древесных насаждений.

Для помещений КРС нормы площади на одно животное при привязном содержании составляют 8-10м<sup>2</sup>, при беспривязном – 5-6м<sup>2</sup>.

Площадь помещения для каждой группы животных определяем по формуле:

$$F = Mi \cdot Si \quad (2.16)$$

где  $Mi$  – число голов данной группы животных, шт.

$Si$  – удельная площадь помещения для одного животного, м<sup>2</sup>

При стойловом содержании:

Для дойных коров:

$$F_k = 400 \cdot 2 = 800 \text{ м}^2$$

Для телят:

$$F_T = 200 \cdot 1,3 = 260 \text{ м}^2$$

Суммарная площадь

$$F = F_k + F_m = 1060 \text{ м}^2$$

### 2.7.3 Расход воды фермы КРС

Под системой водоснабжения понимают весь комплекс сооружений и устройств на территории хозяйства, обеспечивающих все пункты потребления доброкачественной воды в требуемых количествах.

Режим водопотребления предприятиями складывается из режимов потребления соответствующих групп потребителей на нем. Нормы расхода воды для крупного рогатого скота, включают расход воды на поение животных

и уборку помещений, на приготовление кормов и мойку оборудования в кормоцехе, расходы воды на технологическое оборудование (варочные котлы, специальные мойки и др.), в том числе в специализированных кормоцехах, на гидравлическую уборку навоза.

Среднесуточный расход воды летом выше, чем зимой, неравномерность суточного водопотребления выражают коэффициентом суточной неравномерности (К.), который равен 1,3-1,5. Принимаем  $K = 1,3$

Расход воды на тушение пожара на ферме зависит от степени огнестойкости здания и их объема и его можно принять равным 2,5л.

Среднесуточные нормы расхода воды в расчете на одну корову для предприятий по производству молока, приниматься по табл.3 и 6 [ВНТП-Н-97] при двух разовом доении в доильном зале на установке.

При определении потребности в воде среднесуточный расход воды, находим по формуле

$$Q_{сут} = q \cdot n \quad (2.17)$$

где  $q$  – суточная норма расхода воды одним потребителем

$n$  – норма воды имеющих одинаковую норма расхода

Нормы потребности в воде для КРС приведены в таблице 2.11

Таблица 2.11 – Нормы потребности в воде

Группа животных	Норма потребление на 1 голову в сутки л		Всего м <sup>3</sup> /сут	
	Холодная	Горячая	Холодная	Горячая
Дойные коровы	85	15	44,2	7,8
Телята	18	2	4,68	0,52
Всего			48,88	8,32
ИТОГО			57,2	

#### 2.7.4 Расход воды на машинотракторный парк

Принимаем, что машинотракторный парк состоит из: автомобиль легкой – 2шт., трактор – 6 шт., комбайн – 2шт.

Расход воды на машинотракторный парк определяется по формуле:

$$Q_{\text{лег.авт}} = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{тракт}} = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q_{\text{комб}} = 0,2 \cdot 2 = 0,04 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Общий расход воды на машинотракторный парк равен:

$$Q_{\text{МТП}} = 0,04 + 0,9 + 0,04 = 1,34 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Всего расход воды на ферме составляет

$$Q_{\text{всего}} = 57,2 + 1,34 = 58,54 \text{ м}^3/\text{сут}$$

### **3 Расчет и проектирования водозабора**

#### *3.1 Подземный водозабор для села*

По территории поселка протекает река Абан. Расход реки не значителен, поэтому использовать ее в качестве водоснабжения не предполагается возможным. Исходя из этого, в качестве источника водоснабжения приняты подземные воды.

Гидравлические расчеты производят для нормальных и чрезвычайных (форсированных) условий водозабора. Под нормальными условиями работы, водозабора подразумевается одновременная работа всех скважин водозабора, кроме резервных. При чрезвычайных условиях эксплуатации одна из всех скважин предполагается выключенной, вследствие чего весь забираемый расход воды или значительная его часть проходит по другим скважинам.

Размеры элементов водозабора определяют применительно к нормальным условиям эксплуатации, а расчеты потерь напора выполняют применительно к чрезвычайным условиям.

Состав сооружений: комплекс скважин с погружными насосами (являются насосной станцией первого подъема).

Гидрогеологические условия подземного водозабора характеризуются данными, которые приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Гидрогеологические условия

Виды пород	Глубина залегания пород, м
Суглинок лессовидный, пылеватый	12
Супесь	10
Глина жирная	10
Песок мелкозернистый, глинистый с прослойками глин	13
Песок мелкозернистый	15
Глина плотная	10

Длина скважины составляет 60 метров.

### 3.2 Расчет конструкции скважины

При расчете скважины в большинстве случаев заданным является требуемое количество забираемой воды. Иногда на основании расчета устанавливается максимально возможный дебит колодца.

До проведения расчета в результате изысканий должны быть установлены: глубина залегания и мощность водоносного пласта, его водопроницаемость, водоотдача, характеристика грунтов, слагающих водоносный пласт, и другие особенности природных условий, например, влияние реки на подземные воды.

При расчетах определяют величину понижения уровня при заданном отборе воды и намечаемом числе скважин (и их размерах – диаметре, глубине), а также расстояниях между ними или возможный отбор воды при заданном (допустимом) понижении уровня и всех прочих параметрах.

Приток воды к совершенной скважине определяют по формуле Дюпюи

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot K_{\phi} \cdot m \cdot S}{\log \frac{R}{r}}, \quad (3.1)$$

где  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации для среднезернистых грунтов, м/сут;

$m$  – мощность водоносного слоя, м;

$S$  – понижение уровня воды в скважине, м;

$R$  – условный радиус притока воды к скважине, м;

$r$  – радиус скважины в его водопримемной части, м.

$$Q_{\text{скв}} = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 2,25}{\log_{0,15} \frac{150}{15}} = 460,7 \text{ м}^3/\text{сут}$$

### 3.3 Гидравлический расчет фильтра

Фильтр является весьма ответственной частью бурового колода. От того, насколько правильно и надежно устроен фильтр, в большей степени зависит качество работы всего колода.

Фильтр состоит из рабочей части, через которую в колодец поступает вода, верхней надфильтровой глухой части с замком, предназначенным для опускания и установки фильтра, и нижней также глухой части, которая служит сборником для проникающих в колодец мелких частиц грунта. Высоту рабочей части фильтра принимают в соответствии с мощностью используемого водоносного слоя в результате расчета на пропуск требуемого количества воды.

Высота надфильтровой части зависит от типа и конструкции фильтра и должна обеспечивать расположение в ней сальника и замка. Кроме того высота надфильтрового участка должна быть достаточной для того, чтобы его верх находился выше башмака обсадной трубы не менее чем на 3 м при глубине скважины 30 м и не менее чем на 5 м при большей глубине.

Главными в конструкции фильтра бурового колодца являются два элемента: опорный каркас и водопримемная поверхность.

В сетчатых фильтрах на трубчатые и стержневые каркасы по спирали (с расстоянием между витками 5 – 10 мм) наматывается проволока, на которую накладывается сетка. Сетки изготавливаются из латунной проволоки и имеют



различное плетение. Часто вместо латунных сеток используют пластмассовые сетки и сетки из нержавеющей стали.

Гидравлический расчет фильтров сводится к определению их пропускной способности в период эксплуатации скважин ( $Q_{\phi}$ ), в зависимости от фильтрационного притока к сооружению ( $\omega$ ):

$$Q_{\phi} = \omega \cdot v_{\phi}, \quad (3.2)$$

Фильтрационная площадь определяется боковой поверхностью фильтра скважины

$$\omega = \pi \cdot d \cdot l_0, \quad (3.3)$$

где  $l_0$  – длина рабочей части фильтра, 5 м;

$d$  – 0,3 диаметр скважины, м.

Длина рабочей водоприемной части фильтра принимается в пластах больше 10м, равной  $l_{\phi} = (0,5 \dots 0,8) \cdot m$ , м 7,5

Скорость фильтрации определяют по формуле

$$v_{\phi} = 60 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}, \quad (3.4)$$

$$v_{\phi} = 60 \cdot \sqrt[3]{15} = 147,9$$

Диаметр фильтра определяем по формуле

$$Q_{\phi} = \pi \cdot d \cdot l_0 \cdot 60 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}, \quad (3.5)$$

$$Q_{\phi} = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 5 \cdot 60 \cdot \sqrt[3]{15} = 383,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для решения вопроса о том, обеспечит ли скважина потребность в воде, необходимо сравнить дебит скважины с потреблением воды в населенном пункте:  $Q_c = 0,0053 \text{ м}^3/\text{сек}$  и  $Q_{\text{общ.}} = 0,003 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Следовательно, одна скважина удовлетворит потребность в воде населенного пункта, устраиваем одну резервную скважину.

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле:

$$D_{\text{э}} = D_{\text{ф}} + 50, \text{ мм} = 200 + 50 = 250 \text{ мм}$$

где  $D_{\text{ф}}$  – диаметр фильтра, мм.

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_{\text{н}} = D_{\text{э}} + 100, \text{ мм} = 250 + 100 = 350 \text{ мм}$$

где  $D_{\text{э}}$  – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

## **4 Расчет и проектирование насосных станций**

### *4.1 Насосная станция I подъема*

Насосные станции систем водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающих подачу воды в соответствии с нуждами потребителя. Состав сооружений, их конструктивные особенности, тип и число основного и вспомогательного оборудования определяются исходя из принципов комплексного использования водных ресурсов и природы с учетом назначения насосной станции и предъявляемых к ней технологических требований.

Насосные станции 1-го подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают её на водоочистные сооружения или, если не требуется очистка воды, непосредственно в резервуары, распределительную сеть, водонапорную башню, либо другие сооружения.

Состав сооружений и оборудования, равно как и вся схема водоснабжения в целом, должны соответствовать условиям будущей эксплуатации при непрерывно изменяющихся размерах и режиме водопотребления в данном районе на основе плана развития народного хозяйства.

Запроектирована насосная станция I подъема с погружными насосами и забором воды из скважин, предназначенных для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения города и завода.

#### 4.2 Определение требуемого напора НС

Требуемый напор насосов НС – 1 при подаче воды на очистные сооружения определяют по формуле

$$H = H_{\text{ст}} + h_{w,\text{вс}} + h_{w,\text{н}} + 1, \quad (4.1)$$

где  $H_{\text{ст}}$  – статический напор, т.е. разность отметок уровней воды в источнике и в РЧВ, м;

$h_{w,\text{вс}}, h_{w,\text{н}}$  – потери напора соответственно во всасывающем и нагнетательном трубопроводах;

1 – запас напора на излив воды из трубопровода.

Статический напор определяют по формуле

$$H_{\text{ст}} = H_S - H_{\text{г.н.}}, \quad (4.2)$$

где  $H_S$  – геометрическая высота всасывания, т.е. разность отметок оси насоса и самого низкого уровня воды в водоприемном колодце, м;

$H_{\text{г.н.}}$  – геометрическая высота нагнетания, т.е. разность отметок оси насоса и уровня воды в сооружениях (куда она подается), определяемая из условия подачи воды в смеситель очистной станции.

$$H_{\text{ст}} = (270 + 6) - 182 = 94 \text{ м}$$

Потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе:

$$h_{w,\text{вс}} = h_{\text{входа}} + h_{\text{выхода}} + h_{\text{колена}}, \quad (4.3)$$

$$h_{w,\text{вс}} = 1,5 \text{ м}$$

Потери напора соответственно в нагнетательном трубопроводе:

$$h_{w,\text{вс}} = i \cdot l, \quad (4.4)$$

где  $i$  – гидравлический уклон;

$l$  – длина трубопровода от скважины до резервуара.

$$h_{w,\text{вс}} = 0,006 \cdot 50 = 0,3 \text{ м}$$

$$H = 94 + 1,5 + 0,37 + 1 = 96,87 \text{ м}$$

#### 4.3 Подбор скважинного насоса

Принимаем скважинный насос Grundfos марки SP 60-8 (один рабочий и один

резервный) со следующими техническими характеристиками:

- подача – 12 м<sup>3</sup>/ч;
- напор – 110 м;
- КПД насоса – 68,3 %
- NPSH – 3,5 м
- мощность электродвигателя – 15 кВт;
- частота вращения – 2894 об/м;
- напряжение – 3x400В;
- диаметр рабочего колеса – 138 мм.

Изображение характеристик, размеров и вид насоса представлены на рисунках 4.1 – 4.2.

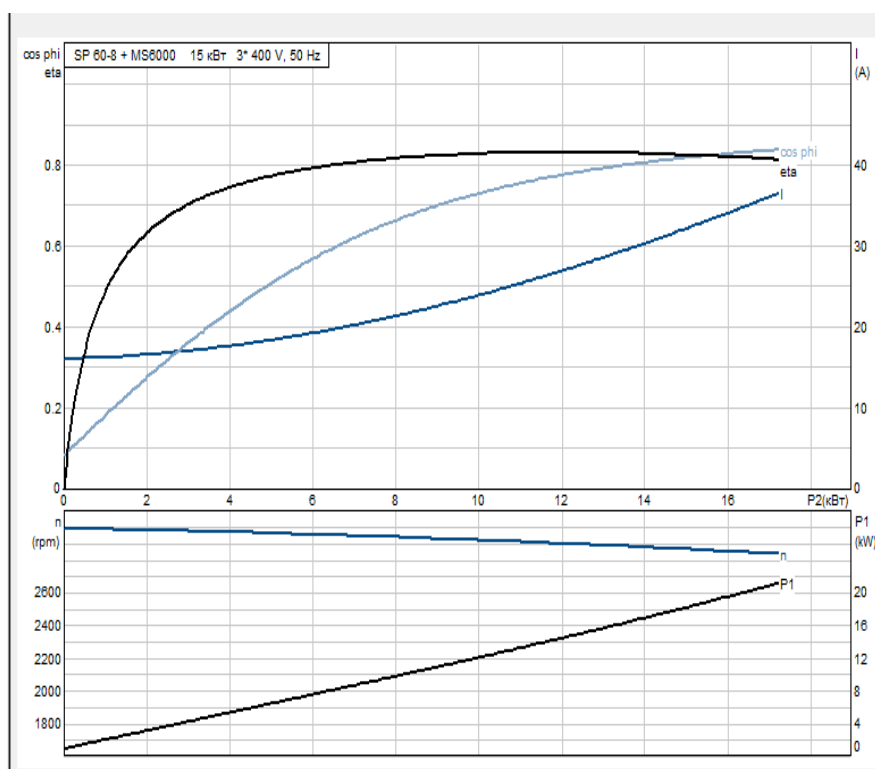
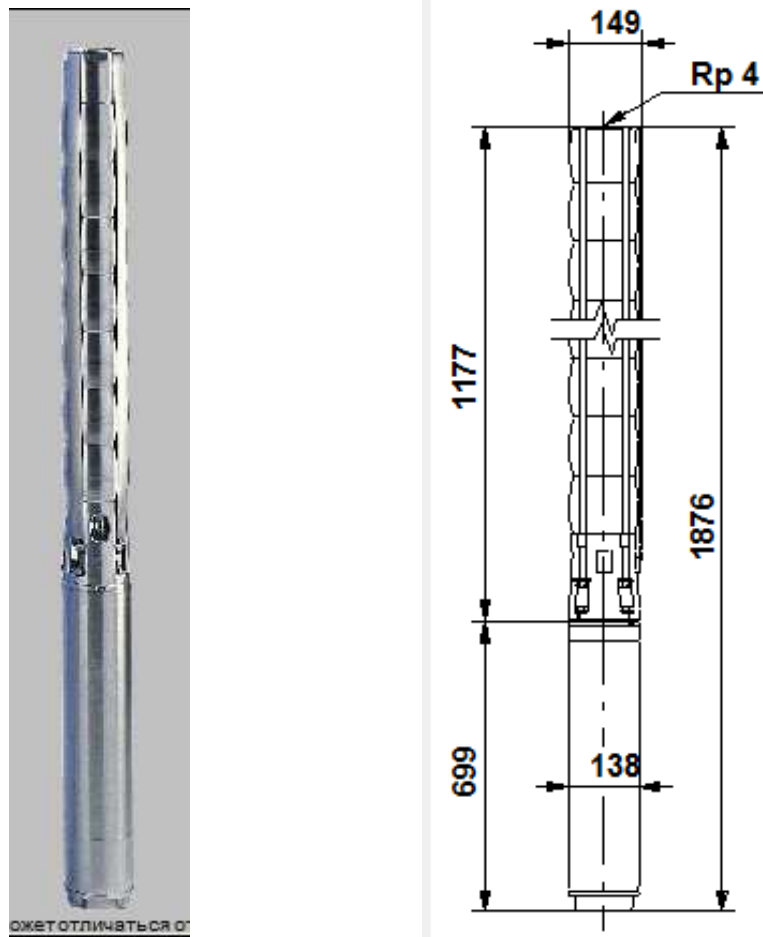


Рисунок 4.1 – Диаграмма характеристик насоса



а – габаритные размеры; б – вид насоса  
Рисунок 4.2 – Скважинный насос

Для фермы принимаем скважинный насос Grundfos марки SP 60-13 (один рабочий и один резервный).

#### 4.4 Оборудование для промывки скважины при заиливании

Заиливание скважины – это засорение её фильтра и водозаборной части мелким илом. Фильтр скважины не способен уловить мельчайшие частички ила, поэтому они проникают в скважину и оседают на её дне.

Наиболее доступным и аккуратным является, прочистка скважины методом прокачки. Она заключается в выкачивании из нее как можно большего количества воды, с которой удаляются осевшие на дне загрязнения.

Для прокачки необходим насос, способный качать воду вместе с содержащейся в ней грязью, илом и песком. Такой насос может прокачивать

воду даже с мелкими, до 0,5 сантиметра камешками. Перед прокачкой желательно взболтать воду поданной через шланг струёй воздуха, – при этом слежавшийся на дне осадок равномерно распределиться в воде и большая часть его удалится при откачке. Выкачиваемую воду можно сливать в любое удобное место, соблюдая чистоту возле скважины.

Для производства монтажа устанавливаем грузоподъемное оборудование. Так как скважина оборудована павильоном, то для опускания насоса на глубину 26 м подбираем таль.

***Подбор насоса для прокачки:***

Принимаем центробежный погружной насос ЦНП 100/80, со следующими техническими характеристиками:

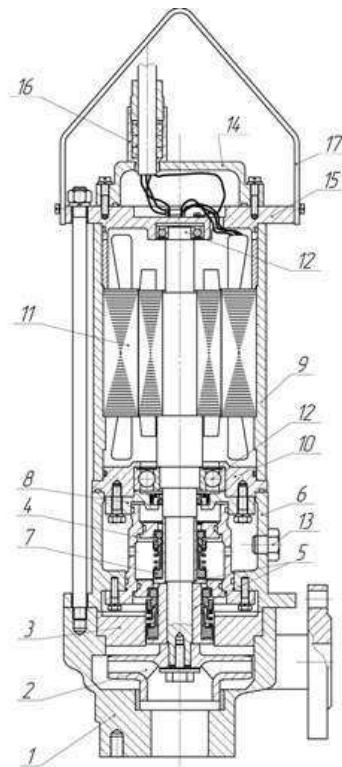
- подача – 100 м<sup>3</sup>/ч;
- напор – 80 м;
- КПД насоса – 68 %
- мощность электродвигателя – 45 кВт;
- частота вращения– 3000об/м;
- масса– 440 кг;
- температура перекачиваемой среды – +3...+60 С<sup>0</sup>.

***Подбор грузоподъемного оборудование:***

Принимаем таль электрическую канатную 2ТЭ 320 г/п 3,2 т, со следующими техническими характеристиками:

- высота подъема – 70м;
- установленная мощность – 2×5,0+2×0,37 кВт;
- радиус поворота – путь прямой;
- наибольшая нагрузка на колесо– 8,5 кН;
- масса тали – 1360кг.

Вид центробежный погружного насоса и электрической тали представлены на рисунках 4.3 – 4.4.



1. Корпус насоса; 2. Колесо рабочее; 3. Диск; 4. Гильза; 5. Втулка; 6. Масляная ванна; 7. Торцевое уплотнение; 8. Крышка подшипника; 9. Корпус; 10. Передний щит; 11. Ротор/стартер; 12. Подшипник; 13. Пробка; 14. Крышка; 15. Щит зданий; 16. Гермовод; 17. Грузоподъемная пружина.

Рисунок 4.3 – Центробежный погружной насос.



Рисунок 4.4 – Таль электрическая.

#### 4.5 Насосная станция II подъема

Насосами этой станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

По данным расчета часовой неравномерности водопотребления строим график водопотребления города (рисунок 1.1). Режим работы насосной станции II подъема принят из условия максимального приближения его к графику водопотребления.

Напор насосов станции II подъема определяют после полного расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора в сети и рельефа местности.

Энергоэффективность насосной станции II подъема достигается применением частотного регулирования насосных агрегатов. Преобразователь частоты поддерживает постоянный напор при переменном расходе, что обеспечивает надежную работу сети.

#### 4.6 Определение отметок резервуара

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты резервуара.

Отметку дна резервуара определяем по формуле

$$Z_{\text{д}} = Z - \frac{H}{2} \quad (4.5)$$

$$Z_{\text{д}} = 179,2 - \left(\frac{3,6}{2}\right) = 177,7 \text{ м}$$

где  $Z$  – отметка земли у резервуара,  $Z = 177,7\text{м}$ ;

$H$  – высота резервуара,  $H = 3,6 \text{ м}$ .

Максимальный уровень воды в резервуаре определяем по формуле

$$Z_{\text{max}} = Z_{\text{д}} + h_{\text{max}} \quad (4.6)$$



$$Z_{max} = 177,7 + 3,06 = 180,76 \text{ м}$$

где  $h_{max}$  – максимальная высота слоя воды в резервуаре, определяем по формуле

$$h_{max} = W_{pчв} / F_{pчв} \quad (4.7)$$

$$h_{max} = 128,59 / 42 = 3,06 \text{ м}$$

где  $W_{pчв}$  – полный объем резервуаров чистой воды;

$F_{pчв}$  – площадь резервуаров

Отметку слоя воды противопожарного запаса определяем по формуле

$$Z_{п} = Z_{д} + h_{п} \quad (4.8)$$

$$Z_{п} = 177,7 + 1,93 = 179,6 \text{ м}$$

где  $h_{п}$  – максимальная высота слоя противопожарного запаса воды, определяем по формуле

$$h_{п} = W_{пп} / F_{pчв} \quad (4.9)$$

$$h_{п} = 81 / 42 = 1,93 \text{ м}$$

где  $F_{pчв}$  – площадь резервуара;

$W_{пп}$  – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяем по формуле

$$W_{пп} = W_{пож} / N \quad (4.10)$$

$$W_{пп} = 81 / 1 = 81 \text{ м}$$

где  $W_{пож}$  – неприкосновенный противопожарный объем, определяем по формуле;

$N$  – количество резервуаров,  $N = 1$ .

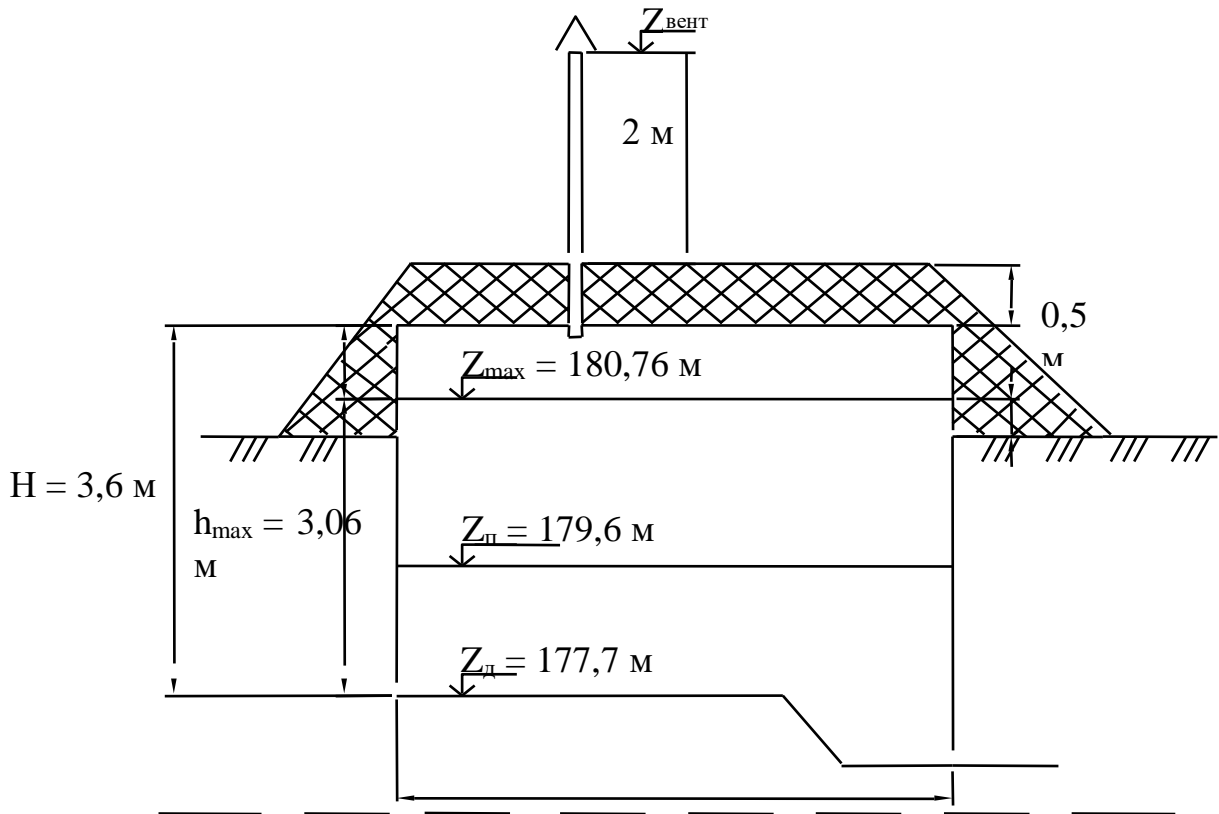


Рисунок 4.5 – Расчетная схема резервуара чистой воды

#### 4.7 Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Количество всасывающих линий на насосной станции первой категории, независимо от количества насосов, включая, пожарные, должно быть не менее двух. Принимаем две всасывающие линии.

Диаметр всасывающего трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ( $V_{вс.л} = 0,8$  м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{вс.л}}} \quad (4.11)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0031}{3.14 \cdot 0.8}} = 0.07 \text{ м} = 70 \text{ мм}$$

Диаметр напорного трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ( $V_{н.л} = 1,5$  м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{н.л}}} \quad (4.12)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0031}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,05 \text{ м} = 50 \text{ мм}$$

#### 4.8 Определение требуемого напора насосов станции II подъема

Геометрическую высоту подъема воды определяем по формуле

$$H_{\Gamma} = H_Z = Z_{\text{дт}} - Z_{\text{п}} \quad (4.13)$$

$$H_{\Gamma} = 185 - 179,6 = 5,4 \text{ м}$$

где  $H_Z$  – разность отметок слоя воды противопожарного запаса и диктующей точки.

Полную высоту подъема воды насосов определяем по формуле

$$H_{\Pi} = (H_{\Gamma} + h_{w \text{ вс.л}} + h_{w \text{ н.л}}) + H_{\text{св}} \quad (4.14)$$

$$H_{\Pi} = (5,4 + 1,5 + 5,211) + 14 = 26,1$$

где  $h_{w \text{ вс.л}}$  – потери напора во всасывающем трубопроводе;

$h_{w \text{ н.л}}$  – потери напора в напорных коммуникациях;

$H_{\text{св}}$  – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке.

Потери напора во всасывающем трубопроводе определяем по формуле

$$h_{w \text{ вс.л}} = S_{0 \text{ вс.л}} \cdot L_{\text{вс.л}} \cdot Q_{\text{вс.л}}^2 + h_{k \text{ вс}} \quad (4.15)$$

$$h_{w \text{ вс.л}} = 0,002362 \cdot 80 \cdot 0,0033^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м}$$

где  $h_{k \text{ вс}}$  – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии  $h_{k \text{ вс}} = 1,5 \text{ м}$ ;

$L_{\text{вс.л}}$  – длина всасывающего трубопровода,  $L_{\text{вс.л}} = 80 \text{ м}$ ;

$S_{0 \text{ вс.л}}$  – удельные сопротивления труб,  $S_{0 \text{ вс.л}} = 2362$  согласно таблицам Шевелева для гидравлического расчета.

$Q_{\text{вс.л}}$  – расчетные расходы всасывающих линии,  $Q_{\text{вс.л}} = 0,0033 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Потери напора в напорных коммуникациях определяем по формуле

$$h_{w \text{ н.л}} = h_{w \text{ н.л}} + h_{k \text{ н}} \quad (4.16)$$

$$h_{w \text{ н.л}} = 3,211 + 2 = 5,211 \text{ м}$$

где  $h_{k \text{ н}}$  – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии  $h_{k \text{ н}} = 2,0 \text{ м}$ .

Требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке определяем по формуле

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10 \quad (4.17)$$

$$H_{св} = 4 (2 - 1) + 10 = 14 \text{ м}$$

где  $n$  – число этажей самого высокого здания в населённом пункте,  $n = 2$ ;

$10$  – запас напора необходимый для обеспечения подачи воды в здание.

#### 4.9 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему.

Подбор марки насосов производится по требуемым подаче  $Q_n = 11,1 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напору  $H_n = 48,21 \text{ м}$ .

Принимаем 1 рабочий насос и 1 резервный насос марки Grundfos NK 32 – 200/208 со следующими техническими характеристиками:

- диаметр рабочего колеса – 200 мм;
- скорость вращения рабочего колеса –  $1450 \text{ мин}^{-1}$ ;
- мощность электродвигателя – 0,55 кВт.

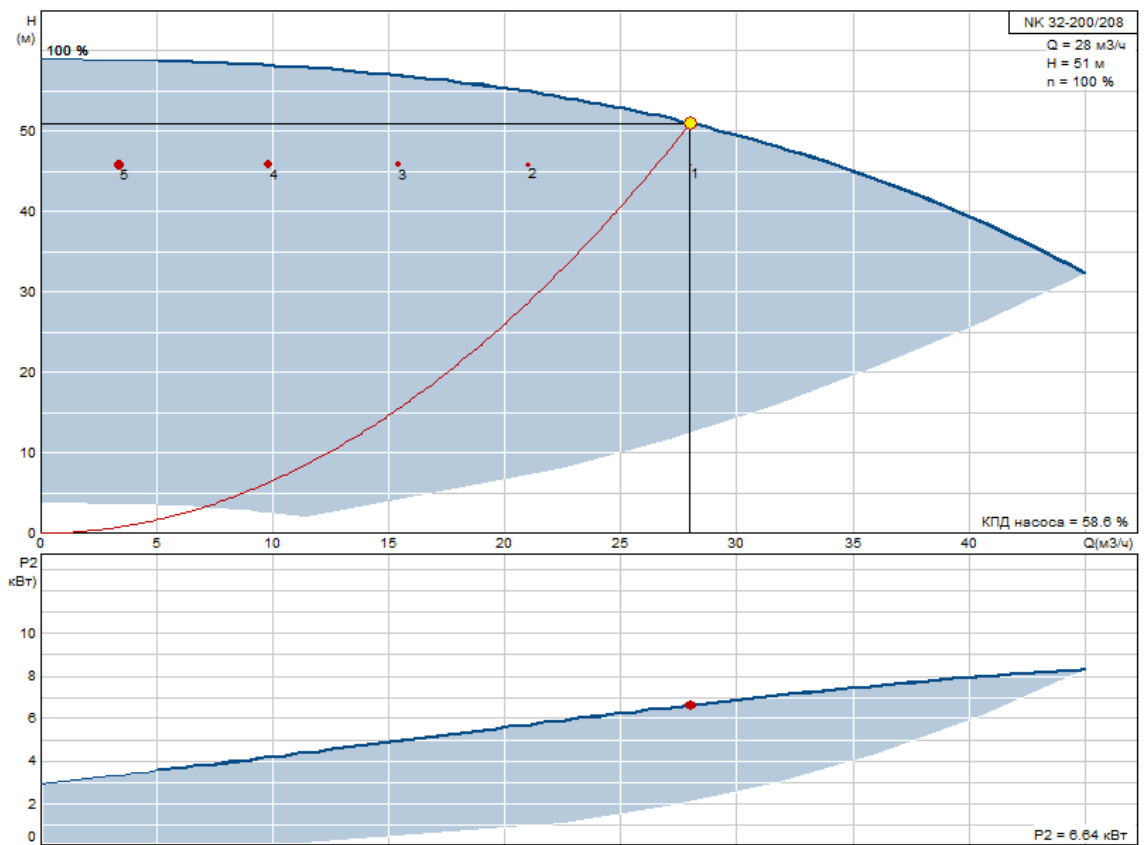


Рисунок 4.6 – Технические характеристики насоса марки Grundfos NK 32 – 200/208

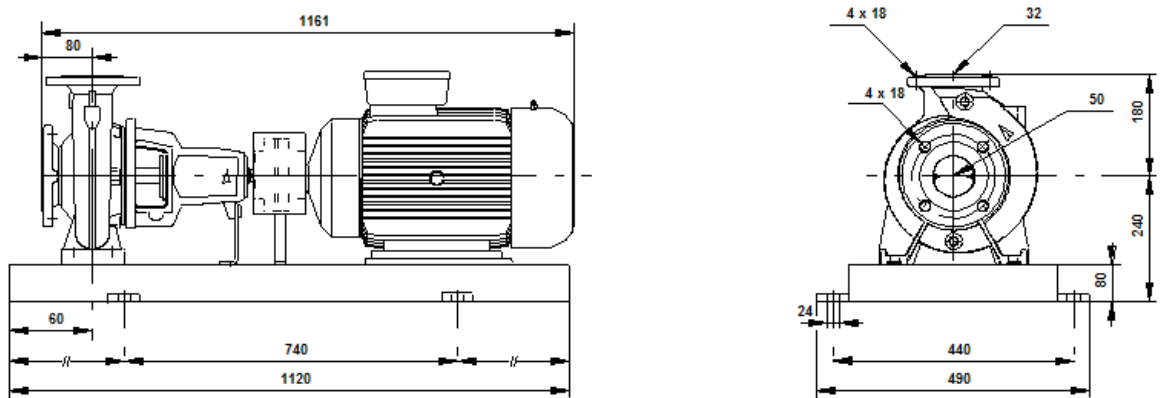


Рисунок 4.7 – размеры насоса.



Рисунок 4.8 – Насос марки Grundfos NK 32 – 200/208

#### 4.10 Определение отметки оси насоса

Геодезическая отметка расположения рабочего колеса насоса назначается из условий обеспечения быстрого надежного пуска насоса и безкавитационной его работы во всех режимах эксплуатации станции; при этом, несомненно, учитываются требования экономики.

Геометрическая высота всасывания не должна превышать допустимой вакуумметрической высоты.

С целью упрощения расчетов по определению отметки оси насосов проведем расчеты при одном режиме работы насосной станции для выбранных насосов по требуемым подаче и напору.

Отметка оси насоса определяется из условия откачки воды из РЧВ до дна и не должна превышать величину:

$$Z_{o.n} < Z_{д} + H_s \quad (4.18)$$

$$Z_{o.n} = 177,7 + 2,38 = 180,08 \text{ м}$$

где  $Z_{д}$  – отметка дна резервуара,  $Z_{д} = 177,7$  м;

$H_s$  – максимальная высота всасывания насоса, определяем по формуле

$$H_s = 10 - \Delta h_{дон} - h_{нас} - h_{w \text{ вс.л}} \quad (4.19)$$

$$H_s = 10 - 6 - 0,12 - 1,5 = 2,38 \text{ м}$$

где  $\Delta h_{\text{дон}}$  – допустимая высота всасывания, принимается по характеристике выбранного насоса на соответствующую подачу,  $\Delta h_{\text{дон}} = 6$  м;

$h_{\text{нас}}$  – напор, соответствующий давлению насыщенных паров,  $h_{\text{нас}} = 0,12$  м;

$h_{w \text{ вс.л}}$  – потери во всасывающей линии,  $h_{w \text{ вс}} = 1,5$  м.

Для повышения надежности, а также, с целью упрощения запуска насосных агрегатов, корпус насоса располагаем под заливом от расчетного уровня напорного запаса. В этом случае отметка оси насоса не должна превышать величины:

$$Z_{o.n} < Z_{II} - (B + 0,2) \quad (4.20)$$

$$Z_{o.n} = 179,6 - (0,18 + 0,2) = 179,22 \text{ м,}$$

где  $Z_{II}$  – отметка слоя воды неприкосновенного противопожарного запаса,  $Z_{II} = 179,6$  м;

$B$  – расстояние от оси насоса до верха корпуса, которое принимается в соответствии с габаритными размерами насоса,  $B = 0,18$  м.

Отметку оси насосов принимаем наименьшую из вычисленных  $Z_{o.n} = 179,22$  м.

Отметку фундамента под насос определяем по формуле

$$Z_{\text{ф}} = Z_{o.n} - a \quad (4.21)$$

$$Z_{\text{ф}} = 179,22 - 0,24 = 179,18$$

где  $a$  – расстояние от оси насоса до подошвы лап,  $a = 0,24$  м.

Отметку пола машинного зала насосной станции определяем по формуле

$$Z_{\text{пол}} = Z_{\text{ф}} - h_{\text{ф}} \quad (4.22)$$

$$Z_{\text{пол}} = 179,18 - 0,2 = 178,98 \text{ м}$$

где  $h_{\text{ф}}$  – возвышение фундамента над полом,  $h_{\text{ф}} = 0,2$  м.

#### 4.11 Расчет и проектирование насосной станции для фермы КРС

Полный объем водонапорной башни,  $W_{\text{ВБ}}$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$W_{\text{ВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{пож}} \quad (2.12)$$

$$W_{\text{рег}} = 58,54 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$W_{\text{пож}} = \frac{15 \cdot 1 \cdot 3600}{60 \cdot 1000} = 0,9 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{вб}} = 58,54 + 0,9 = 59,44 \text{ м}^3$$

Диаметр водонапорной башни равен

$$D_{\text{вб}} = 1,2 \sqrt[3]{W_{\text{вб}}}$$

$$D_{\text{вб}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{59,44} = 4,68 \text{ м}$$

Принимаем типовую водонапорную башню диаметром 6м, высотой до дна бака 15м. Объем бака 100м<sup>3</sup>.

## **5 Охрана окружающей среды**

### *5.1 Характеристика проектируемого объекта*

В дипломном проекте разработана система водоснабжения села в Абанском районе Красноярского края расчетной численностью 600 человек.

В поселке проживает 600 человек. Поселок застроен частными одноэтажными домами, которые оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, местными водонагревателями.

На территории поселка расположена ферма.

### *5.2 Характеристика источника водоснабжения*

Подземные воды имеют следующие характеристики:

- динамический уровень – 132,25 м;
- статический уровень – 134,5 м;
- мощность водоносного пласта – 2,5 м;
- коэффициент фильтрации – 15 м/сут;
- грунты – гравийно-галечные отложения с включением валунов и песчаным заполнителем с расположением в верхнем горизонте и в нижнем слое трещиновато-бурые песчаники.

Данные по качеству воды источника приведены в таблице 6.1.



Таблица 6.1 – Исходные данные и нормативные требования к качеству воды водных объектов хозяйственно-питьевого назначения

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативные требования к водоемам хозяйственно-питьевого назначения		
			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
<b>Общие требования к составу и свойствам воды</b>					
Взвешенные вещества	мг/л	0,01	не нормируется		
Плавающие Примеси		отсутствие	отсутствие		
Окраска	см	отсутствие	не должна обнаруживаться в столбике 20 см		
Запахи	балл	0	не должна приобретать запах интенсивностью более 2 баллов непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки		
Температура	°С	0	не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет		
Водородный показатель (рН)		7,84	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5		
Минерализация Воды	мг/л	474,99	1000		
Растворенный кислород	мг О <sub>2</sub> /л	4	Не менее 4		
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	мг О <sub>2</sub> /л	4	2	-	-
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	мг О <sub>2</sub> /л	9	-	-	-
<b>Химические вещества</b>					
Железо	мг/л	0,03	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	13,5	9,1	с/г	3
Жесткость	ммоль/л	1	7	с/г	4
<b>Бактериологические показатели</b>					
Возбудители кишечных инфекций		отсутствие	отсутствие		
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	отсутствие	Не более 100		
Колифаги	БОЕ/100 мл	отсутствие	Не более 10		
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар,		отсутствие	Не должны содержаться в 25 л воды		

фасциол), онкосферытениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших			
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	5	Не более 1000
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии		отсутствие	$\sum(Ai/YBi) \leq 1$

Окончание таблицы 6.1

Качество воды после обработки должно соответствовать требованиям СанПин2.1.3684-21. Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде

Показатели	Ед. изм.	Качество воды в скважине	Нормативные требования к качеству питьевой воды		
			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
Обобщенные показатели					
Водородный показатель	единицы рН	7,84	в пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	474,99	1000		
Окисляемость перманганатная	мг/л	3,2	5,0		
Фенольный индекс	мг/л	0,013	0,25		
Неорганические вещества					
Железо	мг/л	0,03	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	13,5	9,1	с/т	3
Жесткость	ммоль/л	1	7	с/т	4

Качество воды и нормативные требования по микробиологическим и паразитологическим показателям, также по органолептическим показателям и радиационной безопасности приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Нормативные требования к качеству питьевой воды по микробиологическим, паразитологическим и органолептическим показателям

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативы
Микробиологические и паразитологические показатели			
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Показатели	Единицы измерения	Качество воды в реке	Нормативы
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	5	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Споры сульфи тредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие	Отсутствие
Цисты лямблей	Число цист в 50 л	Отсутствие	Отсутствие
Органолептические показатели			
Запах	баллы	0	2
Привкус	"-"	Отсутствие	2
Цветность	градусы	11,54	20
Мутность	ЕМФ мг/л (по каолину)	0,43	2,6 1,5
Радиологические показатели			
Общая $\alpha$ -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	0,1
Общая $\beta$ -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	1,0

Объект может быть использован в качестве источника хоз. питьевого назначения после обеззараживания (обеззараживания УФ – облучение)

### 5.3 Обеззараживание УФ облучение

Для обеззараживания природных и сточных вод используют биологически активную область спектра УФ-облучения с длиной волны от 205 до 315 нм, называемую бактерицидным излучением. Наибольшим бактерицидным действием (максимум вирулицидного действия) обладает электромагнитное излучение на длине волны 200–315 нм и максимальным проявлением в области  $260 \pm 10$  нм. В современных УФ-устройствах применяют

излучение с длиной волны 253,7 нм. Бактерицидное действие ультрафиолетовых лучей объясняется происходящими под их воздействием фотохимическими реакциями в структуре молекулы ДНК и РНК, составляющими универсальную информационную основу механизма воспроизводимости живых организмов.

Результат этих реакций – необратимые повреждения ДНК и РНК. Кроме того, действие УФ-излучения вызывает нарушения в структуре мембран и клеточных стенок микроорганизмов. Всё это в конечном итоге приводит к их гибели.

При прохождении через воду УФ-излучение ослабевает вследствие эффектов поглощения и рассеивания. Степень поглощения определяется физико-химическими свойствами обрабатываемой воды, а также толщиной её слоя. Для учёта этого ослабления вводится коэффициент поглощения водой  $\alpha$ , значение которого зависит от качества воды, особенно от содержания в ней железа, марганца, фенола, а также от мутности воды. Коэффициенты поглощения ультрафиолета питьевой водой, полученной из подземных источников водоснабжения, имеют значения 0,05–0,20, а из поверхностных – 0,15–0,30.

УФ-стерилизатор представляет собой металлический корпус, внутри которого находится бактерицидная лампа. Она в свою очередь помещается в защитную кварцевую трубку, вода омывает её, обрабатывается ультрафиолетом и, соответственно, обеззараживается. В одной установке может быть несколько ламп.

Современные конструкции ламп обеспечивают необходимую мощность излучения на длине волны 253,7 нм, и этой мощности достаточно, чтобы в течение 3–5 с бактерицидное действие было максимальным.

Эффективность уничтожения бактерий и вирусов при этом составляет 99,9 %. При таком значении длины волны защитные чехлы должны изготавливаться из специальных материалов.

#### *5.4 Оценка воздействия на атмосферный воздух*

Учитывая, что при обеззараживании используется УФ – облучение газовых выбросов не будет.

#### *5.5 Проектирование зон санитарной охраны источника водоснабжения*

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

В каждом из трех поясов, а также в пределах санитарно-защитной полосы (СЗП), соответственно их назначению, устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения качества воды.

*Первый пояс зоны санитарной охраны источника.* Границы первого пояса зоны санитарной охраны устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора при использовании защищенных подземных вод (защищенные являются напорные воды). Его назначение – защита места водозабора от случайного или умышленного загрязнения или повреждения.

Граница первого пояса удалена от крайних скважин на 50 м.

*Второй пояс зоны санитарной охраны источника.* Границы второго пояса санитарной охраны (пояс ограничений или зона микробного загрязнения) источника устанавливаются гидродинамическими расчетами. Основным параметром, определяющим расстояние от границ второго пояса зоны санитарной охраны до водозабора, является расчетное время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору,

которое должно быть достаточным для эффективного самоочищения воды. Поскольку скважины находятся в III климатическом районе и не имеют непосредственной гидравлической связи с открытым водоёмом, то принимаем  $T_M = 200$  суток.

Размер второго пояса определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot M \cdot n}} \quad (6.1)$$

где  $T_M$  – время продвижения микробного заражения, 200 суток;

$Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/сут;

$M$  – мощность водоносного пласта, м;

$n$  – пористость породы, для мелкозернистого песка. Принимаем  $n = 0,75$

$$R_2 = \sqrt{\frac{267,28 \cdot 200}{3,14 \cdot 15 \cdot 0,22}} = 71,8 \text{ м}$$

При принятом расчетном времени, принимаем  $R = 71,8$  м, т.е. граница второго пояса устанавливается на расстоянии 71,8 метров.

На территории второго пояса запрещается:

- загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом и промышленными отходами;
- размещение складов ГСМ, ядохимикатов, удобрений, накопителей, шламохранилищ;
- применение удобрений и ядохимикатов;
- расположение пастбищ в прибрежной полосе шириной до 300м;
- добыча песка и гравия из водохранилища и дноуглубительные работы.

*Третий пояс зоны санитарной охраны источника.* Границы третьего пояса зоны санитарной охраны предназначены для защиты подземных вод от химических загрязнений или радиохимического загрязнения воды до водозабора. Расчетное время продвижения загрязнений должно быть по

принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет (25 – 50 лет  $\approx 10^4$ ), то принимаем  $T_x = 10^4$  лет.

Расстояние до границ третьего пояса определяют по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{3,14 \cdot M \cdot n}}, \quad (6.2)$$

где  $Q$  – производительность водозабора, м<sup>3</sup>/сут.;

$T_x$  – продолжительность эксплуатации водозабора, лет;

$m_{\text{ср}}$  – средняя мощность водоносного горизонта, м;

$n$  – пористость пород водоносного пласта, для средней крупности песка – 0,75.

$$R = \sqrt{\frac{267,28 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 15 \cdot 0,75}} = \sqrt{75663,128} = 275,1 \text{ м}$$

При принятом расчетном времени, принимаем  $R = 275,1$  м, т.е. граница третьего пояса устанавливается на расстоянии 275,1 м.

Найдём средний пояс как среднеарифметическое между 2 и 3 поясами ЗСО по формуле

$$R_{\text{ср}} = \frac{R_2 + R_3}{2}, \quad (6.3)$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{71,8 + 275,1}{2} = 146,45 \text{ м.}$$

### *5.6 Охрана окружающей среды при строительстве ферм и комплексов КРС*

Запрещается строительство ферм и комплексов крупного рогатого скота на территориях бывших скотомогильников, кладбищ, очистных сооружений и навозохранилищ, зон утилизации промышленных отходов (свалок), кожевенно-сырьевых предприятий.

Территория животноводческих ферм и комплексов должна быть удалена от открытых водоисточников (реки, озера) на расстояние не менее 500 м.

Территория животноводческих ферм и комплексов должна быть удалена от открытых водных источников (реки, озера), отделена от них прибрежной защитной полосой.

Для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока.

Ферма (комплекс) должна быть запроектирована таким образом, чтобы навоз и навозные стоки не загрязняли окружающую среду, грунтовые и подземные воды и были предусмотрены мероприятия по их максимальной утилизации в соответствии с требованиями методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе.

Сооружения для обработки кожного покрова животных (купонная ванна или площадка для дезинфекции) должны размещаться в месте, удобном для отвода дезинфицирующего раствора в отстойник.

Удельные показатели загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу от открытых навозохранилищ, принимают в расчете на 1 м<sup>3</sup> навоза:

- аммиака - 0,0122 мг/с;
- сероводорода - 0,0015 мг/с.

Органические отходы (навоз, навозные стоки) после их подготовки к использованию на удобрения по физическим, механическим,



токсикологическим, ветеринарно-санитарным и гигиеническим показателям должны соответствовать требованиям ГОСТ 26074 и ГОСТ Р 53117.

При проектировании ферм и комплексов крупного рогатого скота необходимо осуществлять расчет рассеивания, удаляемого вентиляцией из зданий загрязненного воздуха.

Фермы и комплексы крупного рогатого скота должны располагаться таким образом, чтобы основное направление ветров было в противоположную от поселения сторону. Во всех случаях и во все периоды года концентрация загрязняющих веществ, выделяемых фермой (комплексом), на границе санитарно-защитной зоны совместно с фоновыми концентрациями не должна превышать значений, равных ПДК, установленных для атмосферного воздуха населенных мест.

Расположение зданий и сооружений должно способствовать сквозному проветриванию. При компоновке генплана со зданиями различной высоты здания меньшей высоты следует размещать с наветренной стороны фермы (комплекса).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы водоснабжения села и фермы, расположенных в Абанском районе Красноярского края. Источников водоснабжения приняты подземные воды. Для обеззараживания воды применяется УФ облучение.

На территории села расположена ферма крупного рогатого скота. Ферма содержит 600 голов. Расход воды на поение составляет:

- Коровы – холодная вода – 85л, горячая вода – 15л в сутки на одну голову
- Телята – холодная вода – 18л, горячая вода – 2л в сутки на одну голову

Общий суточный расход воды на ферме составляет 57,2 м<sup>3</sup>/сут.

На ферме принято привязное содержание коров. Взрослые коровы и телята должны быть постоянно обеспечены доброкачественной водой. Водоснабжение фермы предусмотрено из отдельной скважина находящейся на территории фермы. Вода поступает к потребителю только с одной стороны. Из водонапорной башни вода проходит по главной магистрали диаметром 100мм и по ответвлениям диаметром 50 мм поступает во внутреннюю сеть коровника. Система водопоения располагается на высоте 2,6м над уровнем пола, поилки на высоте 0,6 м. Так как вода, используемая для поения животных, должна иметь температуру не ниже +16<sup>0</sup>С, по этому на ферме предусмотрены подогреватели по два в каждом коровнике.

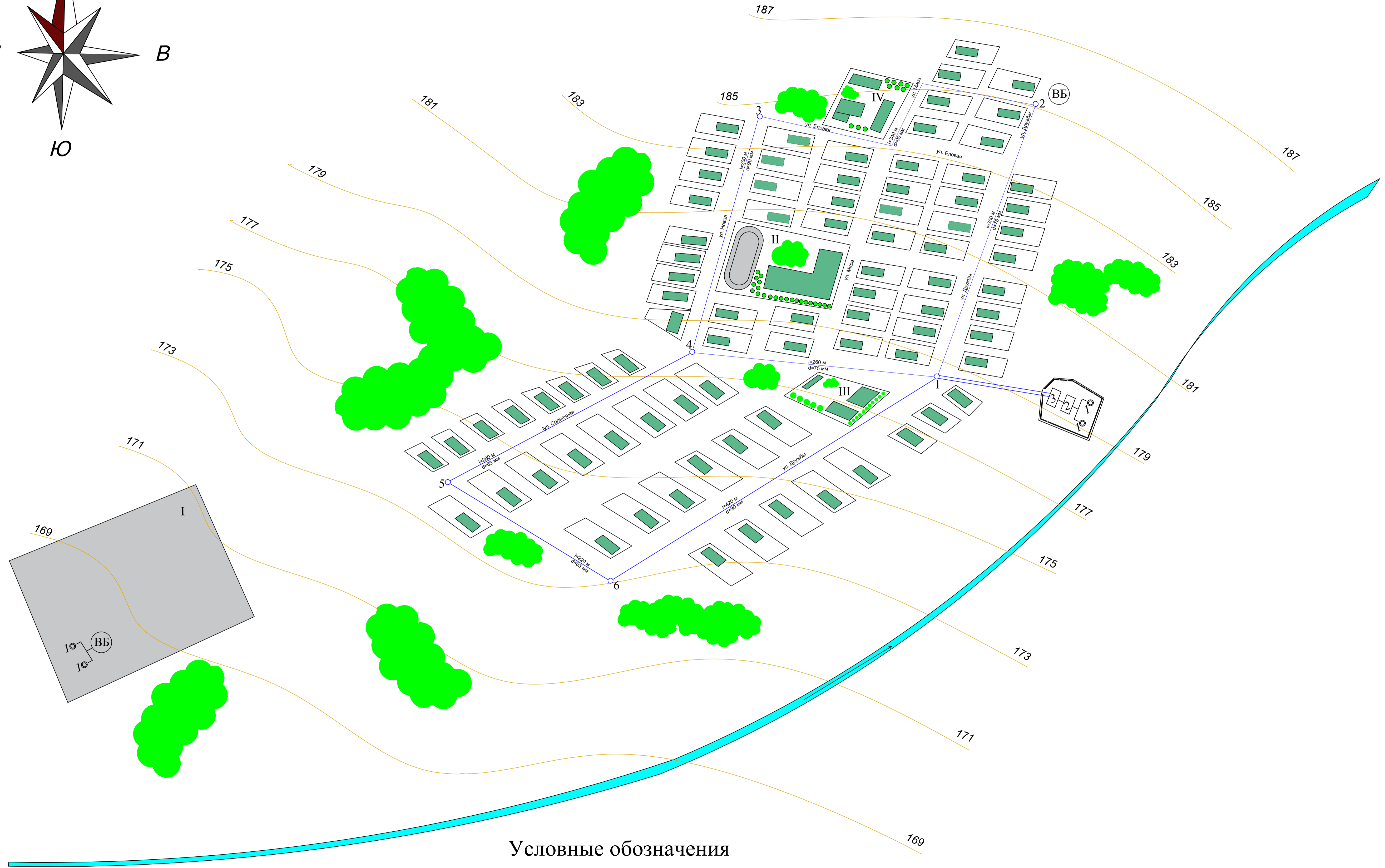
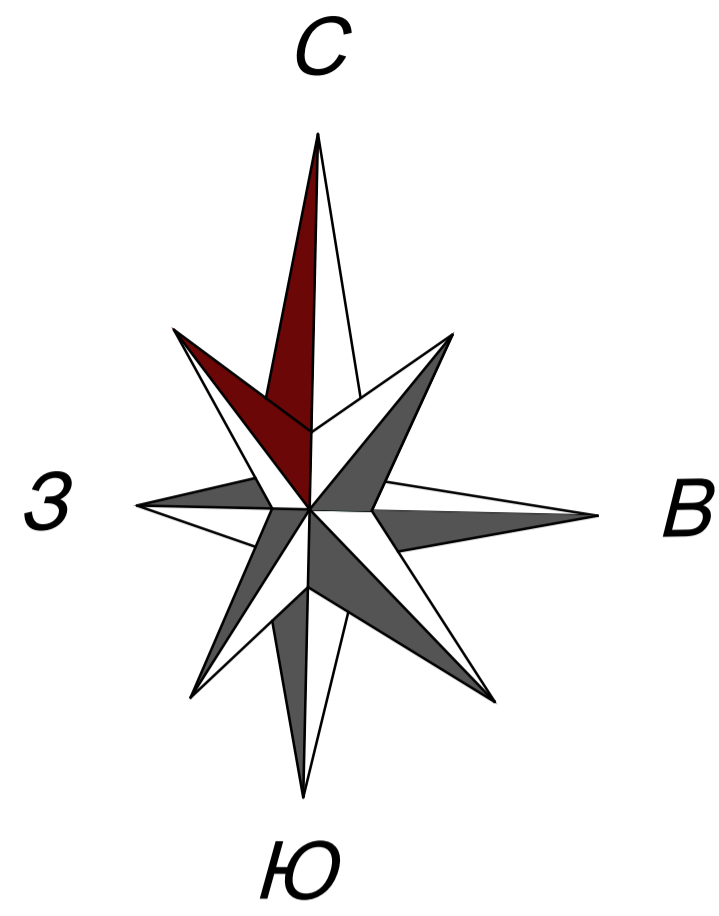
Разработан генплан фермы крупного рогатого скота.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. – Введ. 01.01.2013. – Москва, ФАУ «ФЦС», 2013, – 128 с.
2. СП 8.13130.2020 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности
3. СТО 4.2-07-2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 01.01.2014. – Красноярск : Система управления СФУ, 2014. – 60 с.
4. ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 01.01.2003. – Москва, ИПК Издательство стандартов, 2003. – 36 с.
5. Таблицы для гидравлического расчета: Стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Изд 5-е доп. / Ф. А. Шевелев, 2013. – 116 с.
6. СП 19.13330.2019 Сельскохозяйственные предприятия. Планировочная организация земельного участка. – Введ. 15.04.2020. – Москва, ТК 465 "Строительство", 2020. – 34 с.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (с изменениями на 25 апреля 2014 года) – Введ. 01.03.2008. - Москва, Главный государственный санитарный врач Российской Федерации, 2008. – 53 с.
8. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 17.06.2017. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017, – 28 с.
9. ВНТП-Н-97 Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения – Введ. 14.02.1995. – Минсельхозпрод РФ, М., 1998. – 212 с.

10. 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" 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. – Введ. 01.03.2021. – Главный государственный санитарный врач Российской Федерации, 2021, – 75 с.
11. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) – Введ. 12.06.2006 – Государственной Думой, 2006.
12. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. – Введ. 06.06.2017. – Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2017, – 110 с.
13. ГОСТ Р 53117-2008 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия (Переиздание). – Введ. 18.12.2008. – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020, – 15 с.
14. РД-АПК 1.10.01.01-18 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. – Введ. 01.09.2018. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, 2018, – 172 с.

# ГЕНПЛАН ПОСЕЛКА М1:200



## Условные обозначения

I- ферма  
 II- школа  
 III- детский сад  
 IV- больница,  
 администрация

- жилой район  
 - зеленые насаждения  
 - ограждение зоны санитарной охраны

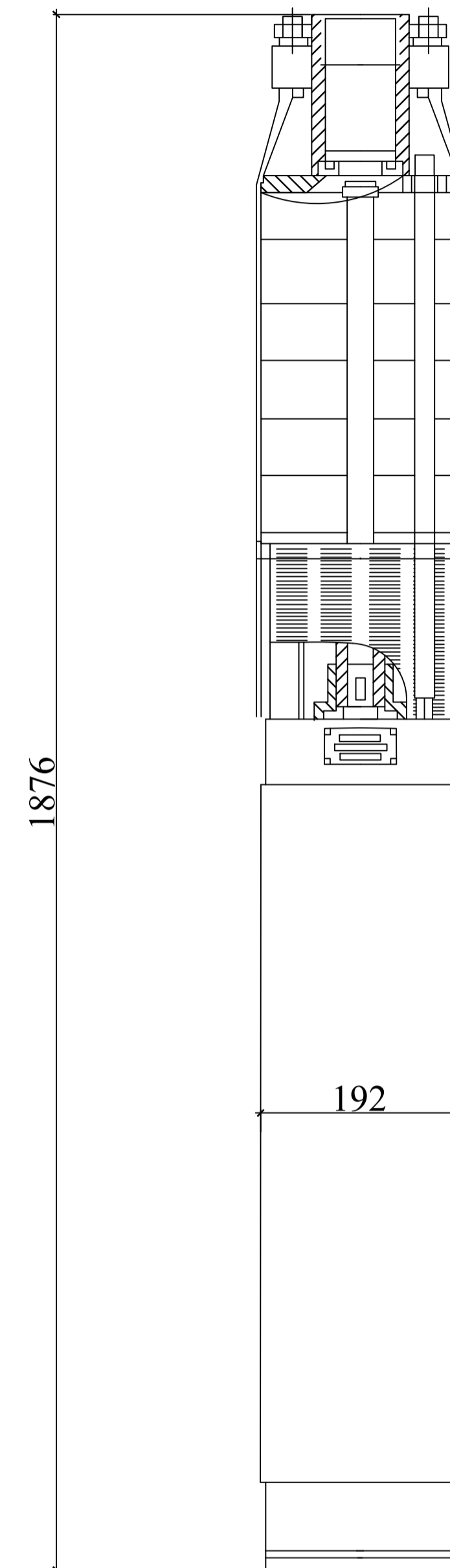
1-Скважинный водозабор  
 2-Резервуар чистой воды  
 3 - НС II

					БР - 20.03.02 - 2021				
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Листов	Подпись	Дата	Водоснабжение села расположенного в Абганском районе Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Соболева А.А.						1	6
Руководит.		Пазенко Т.Я.							
Консулт.		Пазенко Т.Я.							

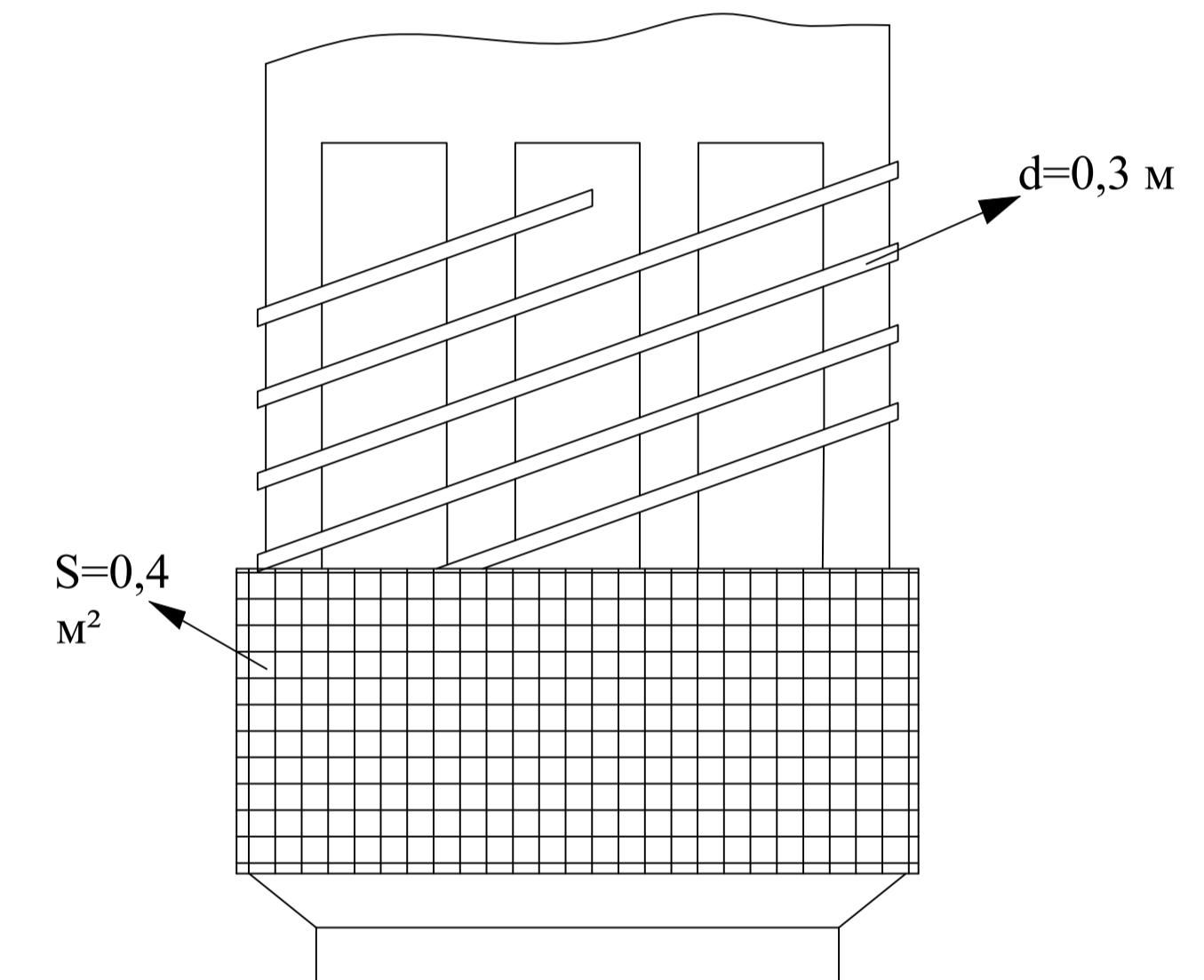
# Геолого-технический разрез скважин М1:400

№ слоя	Геологическое описание породы	Геологический разрез и конструкция скважины		Мощность слоя, м	Глубина подошвы слоя, м	Абсолютная отметка, м	Диаметр и глубина обсадных труб
		Абсолютная отметка 179,3 м					
1	Суглинок лессовидный, пылеватый			12	12	167,3	350 мм 45 м
2	Супесь			10	22	157,3	
3	Глина жирная			10	32	147,3	
4	Песок мелкозернистый, глинистый с прослойками глин			13	45	134,3	250 мм 15 м
5	Песок мелкозернистый			15	60	119,3	
6	Глина плотная			10	70	109,3	

## Насос Grundfos SP 60-8

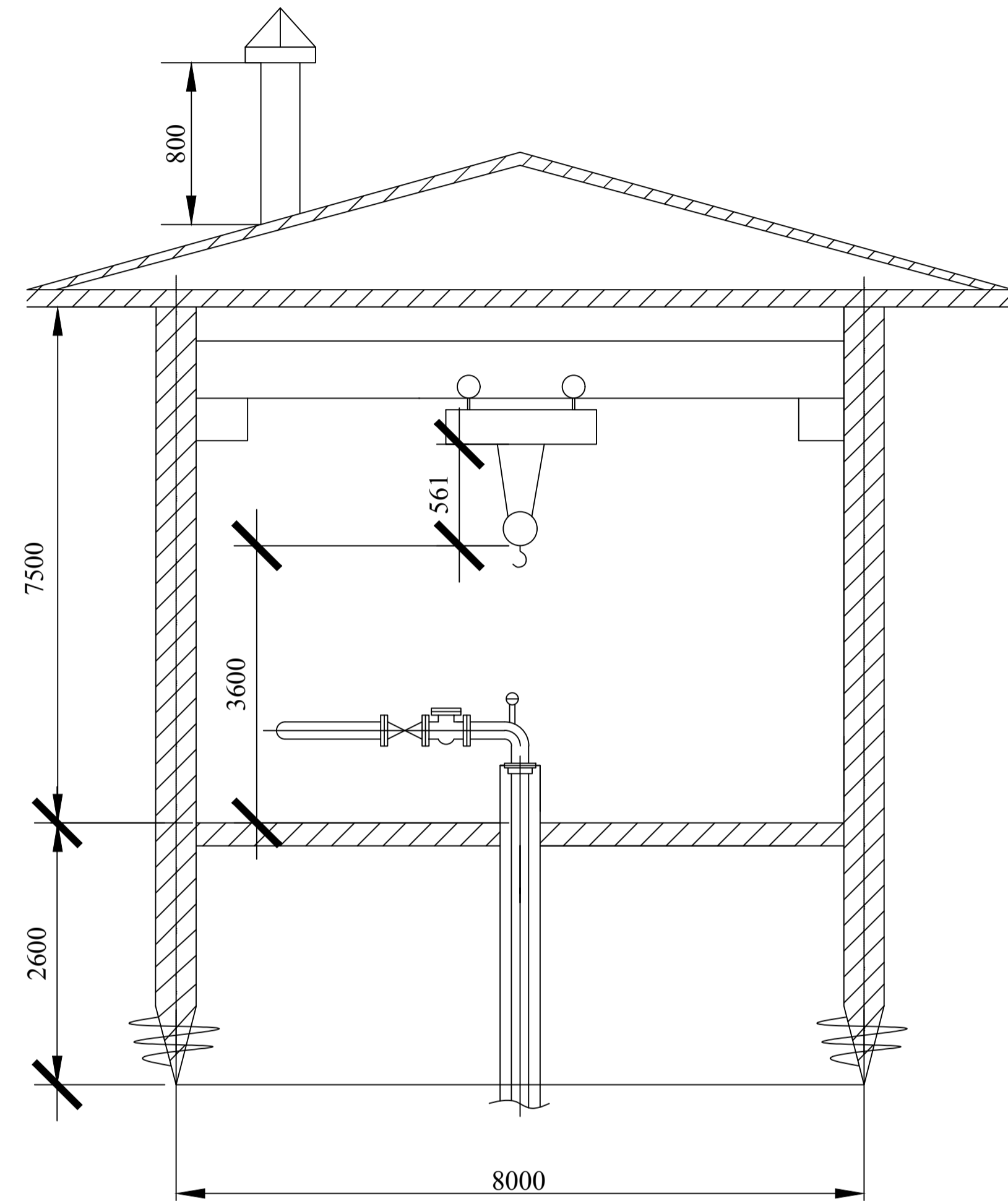


## Сетчатый фильтр с трубчатым каркасом со щелевой перфорацией и проволочной обмоткой М 1:1

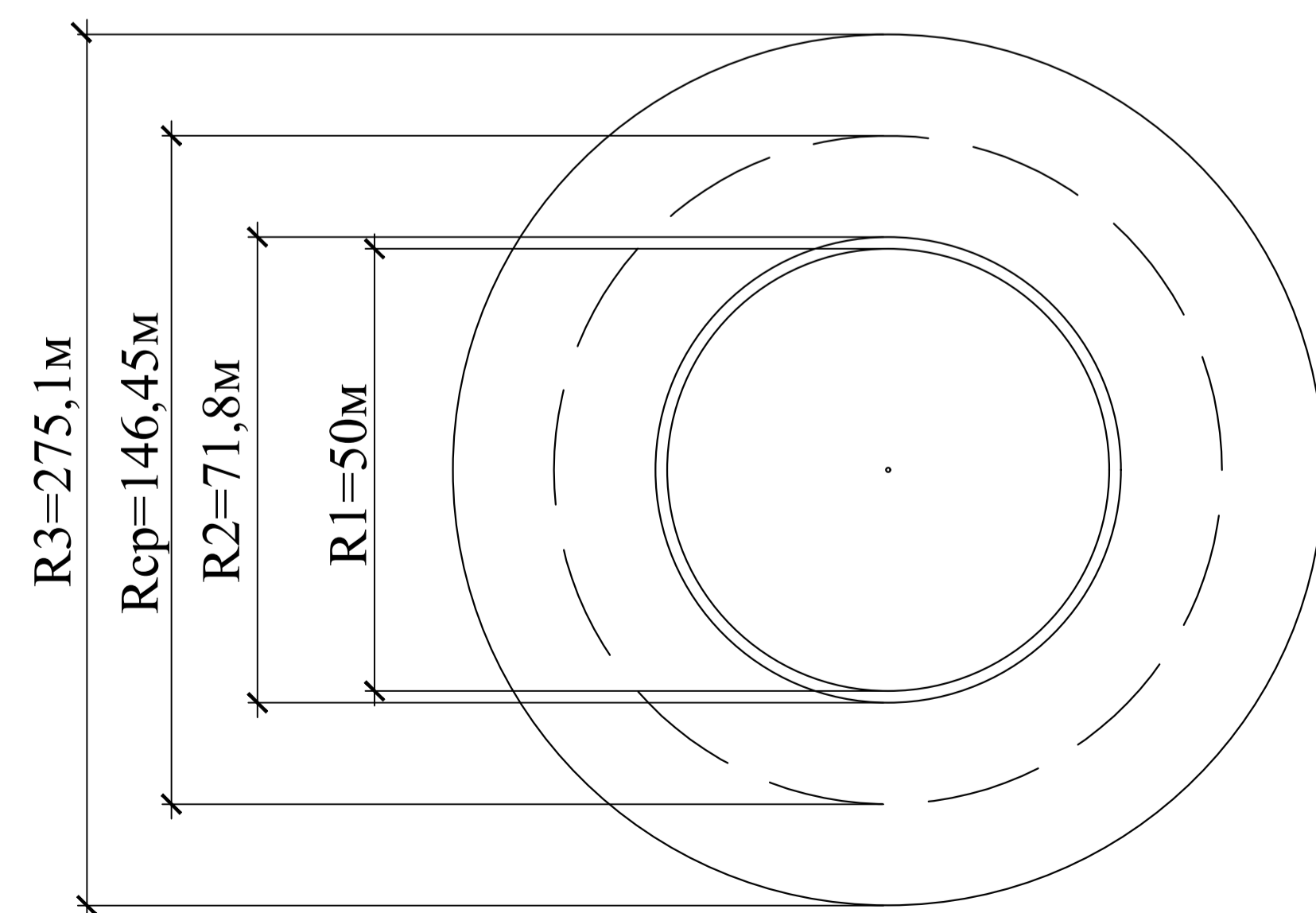


					БР 20.03.02 - 2021				
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Масштаб	Подпись	Дата	Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края	Страница	Лист	Листов
								2	6
Разраб.									
Руководит.									
Консулт.									

Конструкция павильона М 1:100

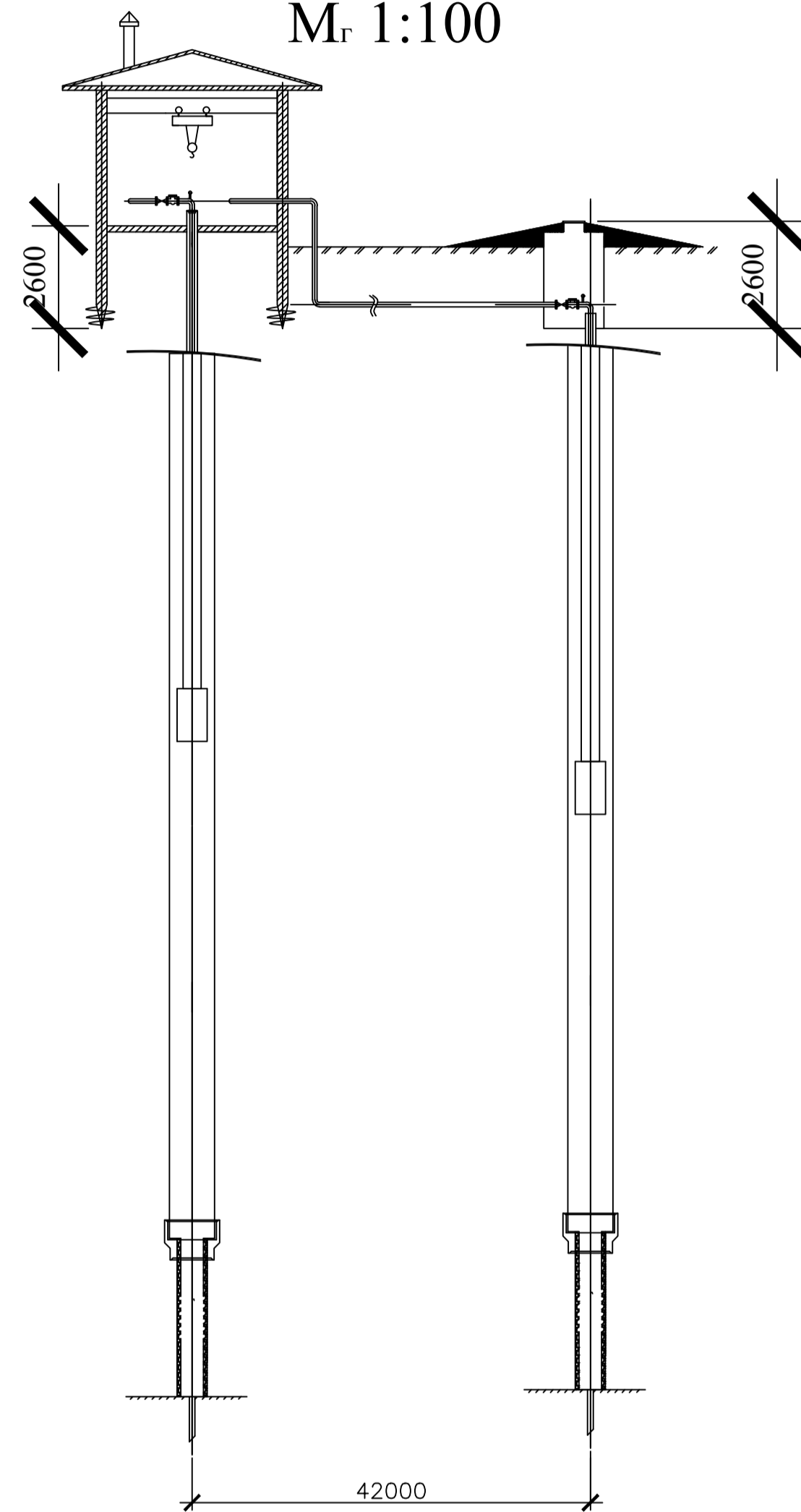


Зона санитарной охраны М 1:100

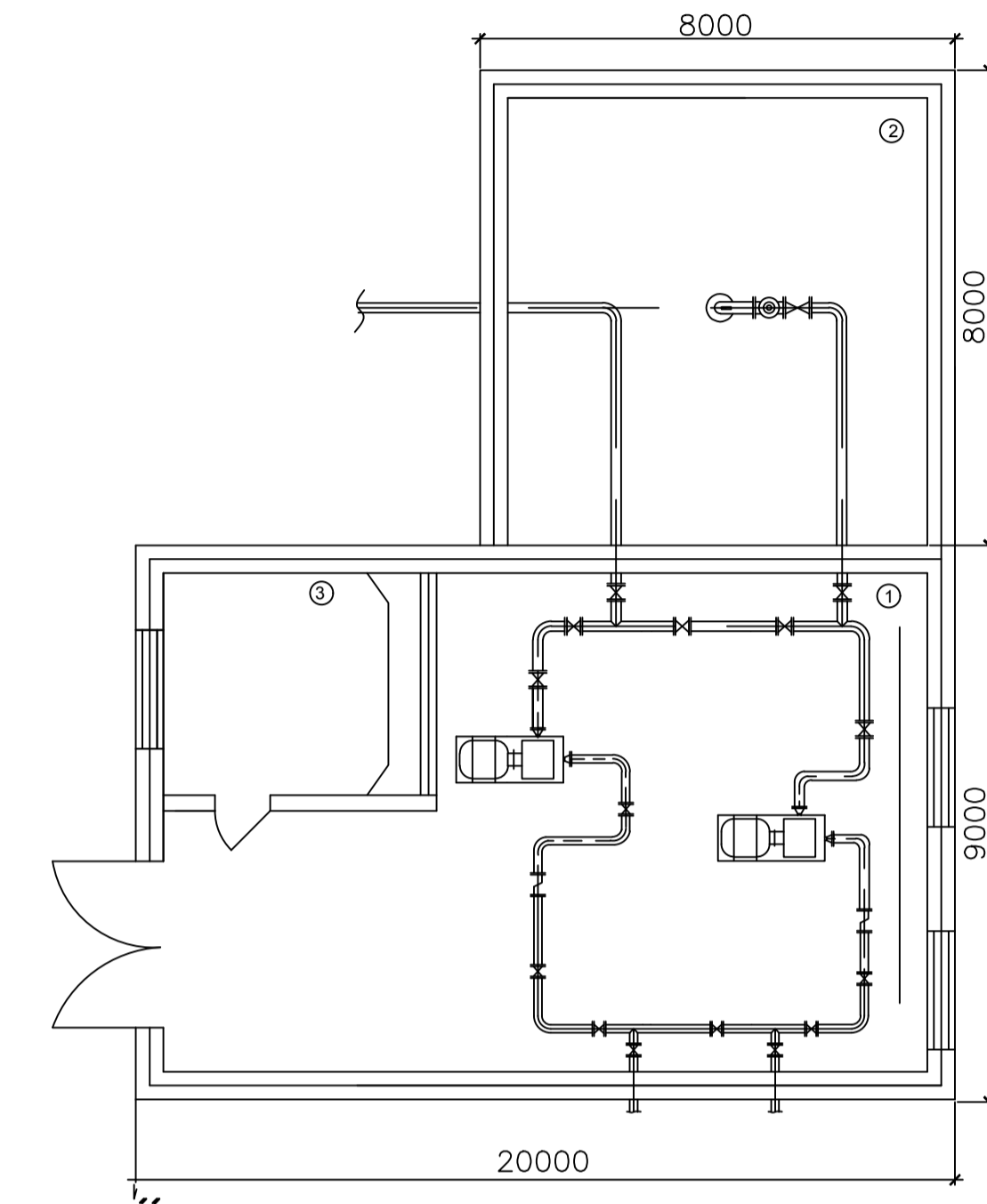


Профиль водозаборного сооружения

М<sub>в</sub> 1:200  
М<sub>г</sub> 1:100



План павильона скважины



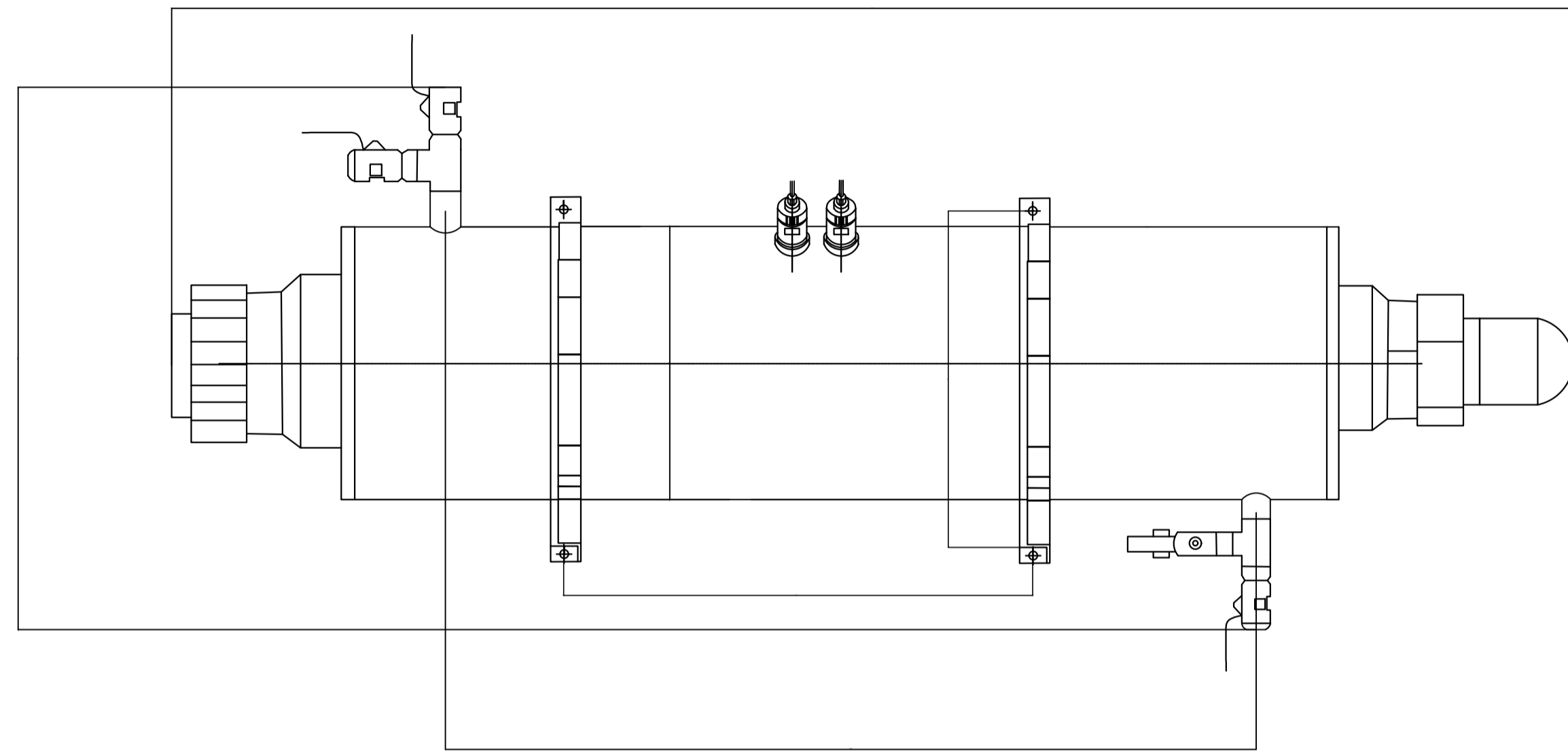
Экспликация помещений

№	Наименование	Количество
1	Машинный зал	1
2	Павильон с НС-I	1
3	Диспетчерская	1

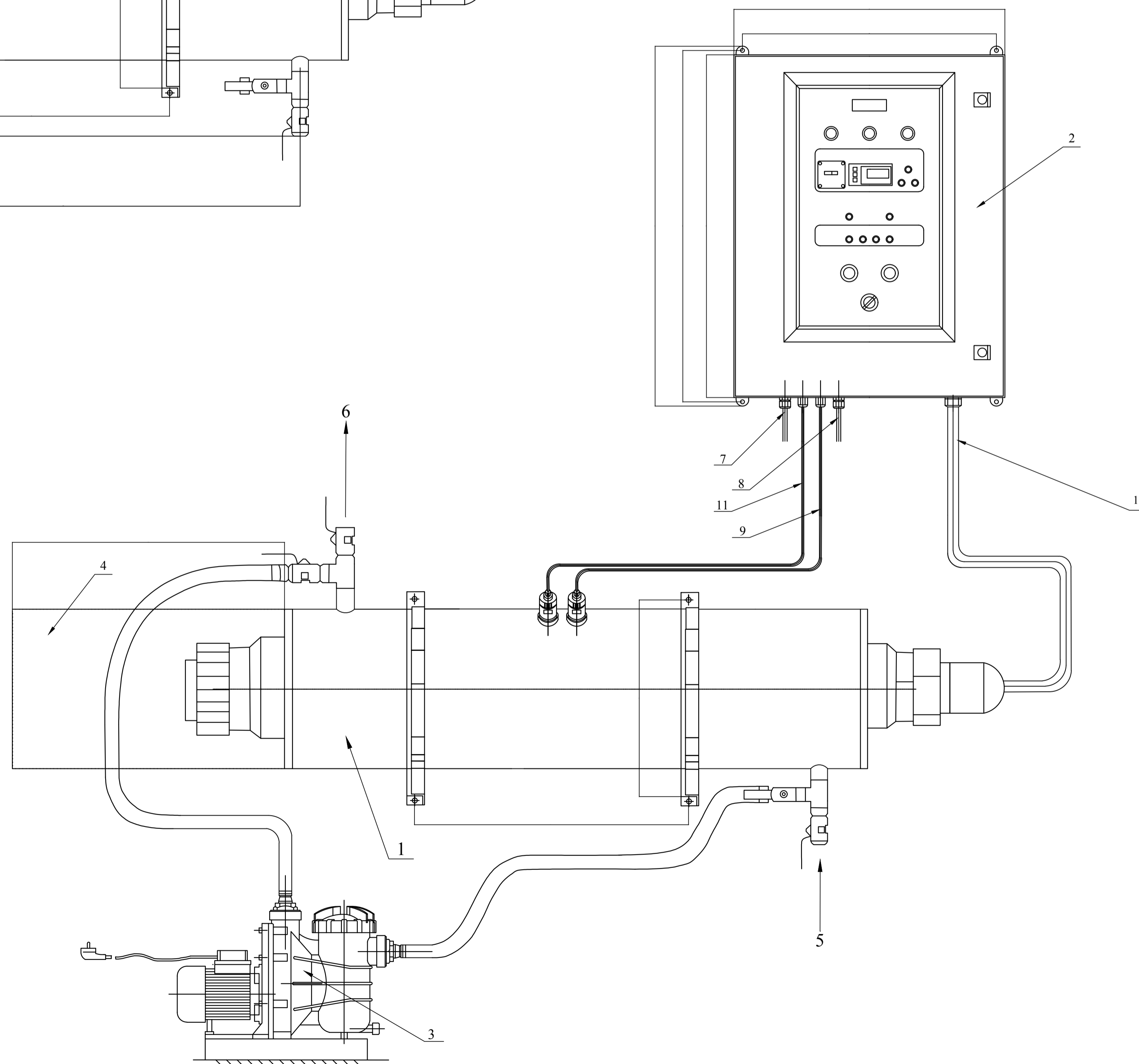
				БР - 20.03.02 - 2021					
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№дог.	Подпись	Дата	Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разраб.				Соболева А.А.				3	6
Руководит.				Пазенко Т.Я.					
Консулт.				Пазенко Т.Я.					

# УСТАНОВКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

## Габаритный чертеж установки УДВ-1А300Н-10-50-89



## Монтажный чертеж



## Технические характеристики

№	Наименование показателей	Значение	Ед. изм.
1	Производительность установки	13	м <sup>3</sup> /ч
2	Доза УФ облучения, не менее	25	мДж/см
3	Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	30	см вод. ст.
4	Минимальный и максимальный расходы	3,3-18	м <sup>3</sup> /ч
5	Рабочее давление в камере обеззараживания	1 (10)	МПа (бар)
6	Тип лампы	ДВ 300Н	
7	Количество ламп в камере	1	шт
8	Срок службы лампы	12000	ч
9	Количество включений/ выключений в течение срока службы	2000	
10	Напряжение питания	220+10%	В
11	Частота питающего напряжения	50	Гц
12	Потребляемая мощность промывочного насоса	0,25	кВт
13	Потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульта	0,28	кВт
10	Масса камеры обеззараживания	15	кг
11	Масса пульта управления	14,5	кг
12	Масса промывочного насоса	6	кг
13	Объем камеры обеззараживания	6,3	л

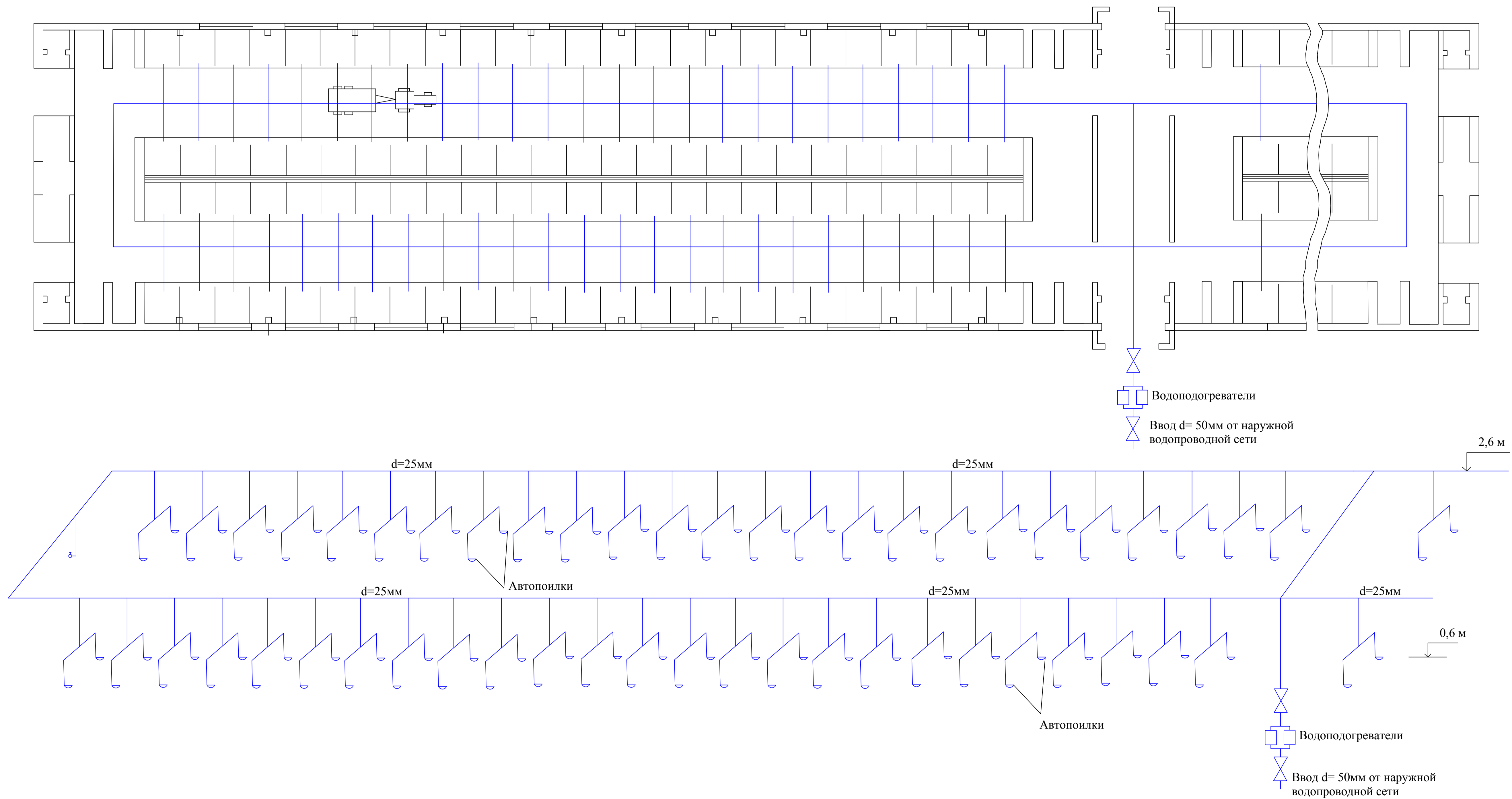
## Спецификация

№	Наименование	Марка	Кол-во шт.	Примечание
1	Корпус камеры обеззараживания		1	1326x646x277
2	Пульт управления		1	380x420x225
3	Насос промывочный		1	498x215x270
4	Зона извлечения лампы		1	
5	Подвод воды		1	
6	Отвод воды		1	
7	Кабель дистанционного управления		1	
8	Кабель силовой		1	
9	Кабель УФ датчика		1	
10	Кабель ламповый		1	
11	Кабель термостата		1	

					БР - 20.03.02 - 2021					
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. изм.	Лист	Маск.	Подпись	Дата	Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края				
Разраб.		Соболева А.А.						Страниц	Лист	Листов
Руководит.		Пазенко Г.Я.						4	6	
Консулт.		Пазенко Г.Я.								

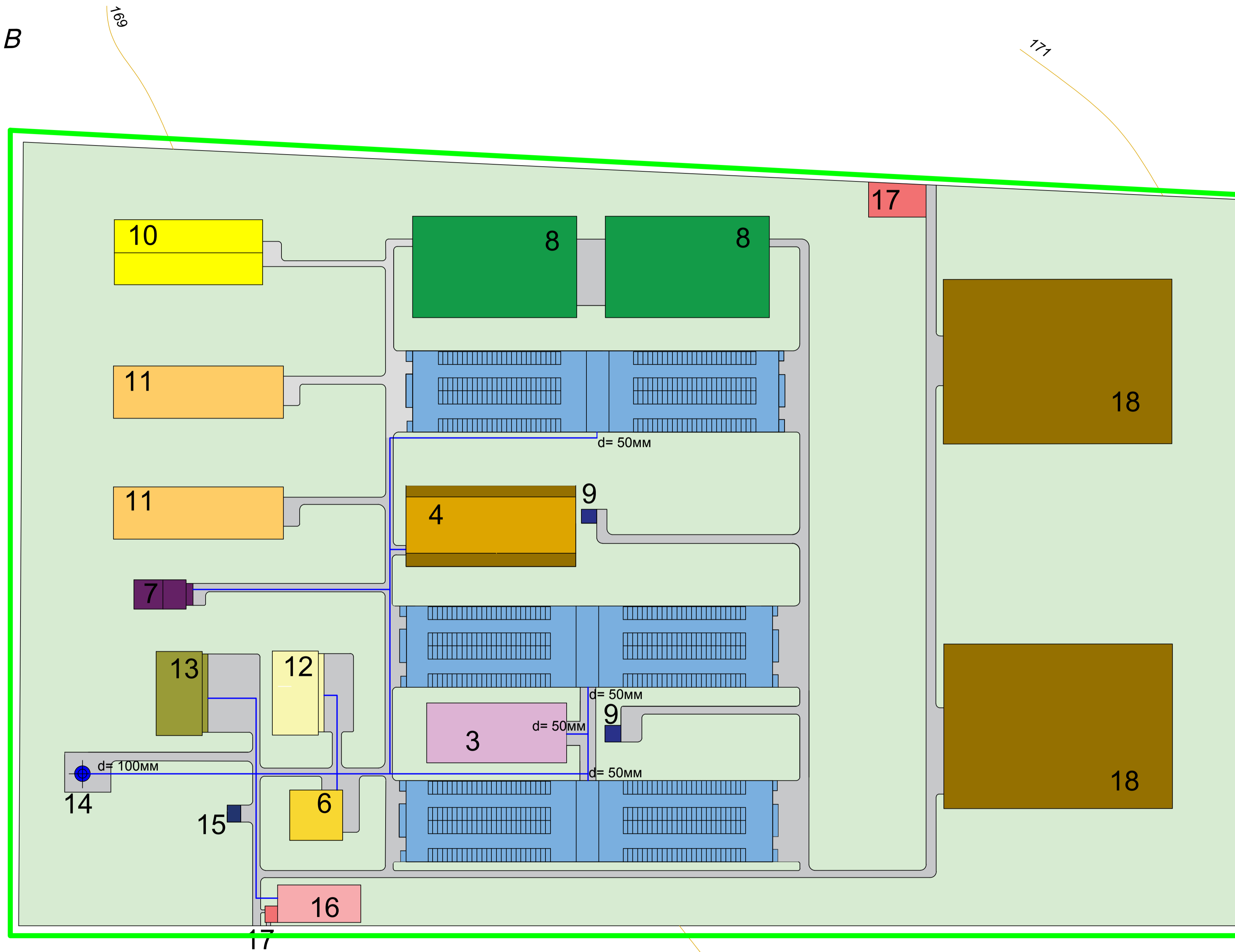
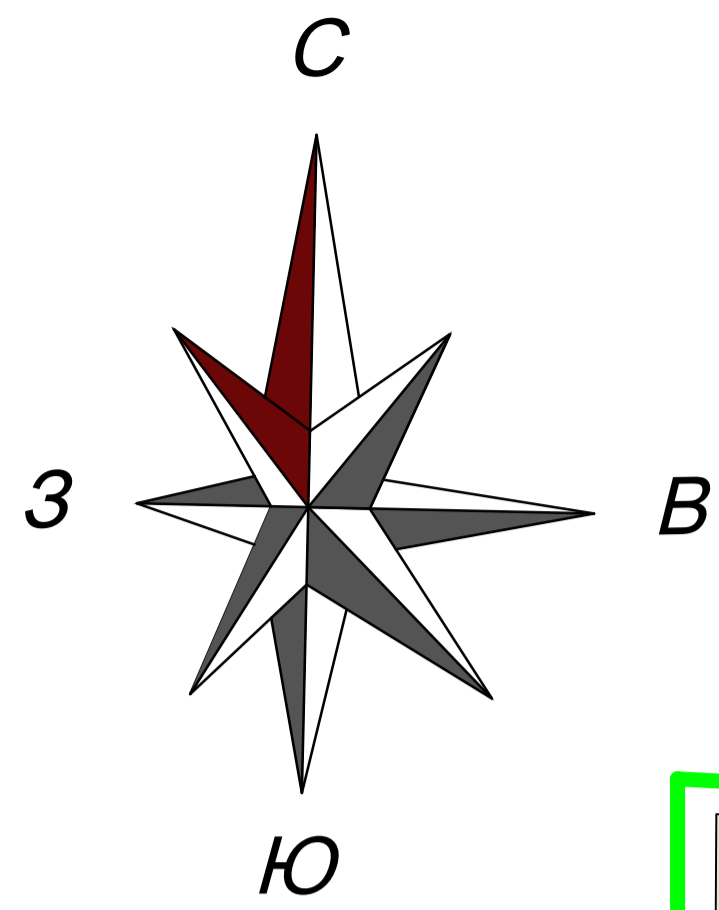


# ПЛАН КОРОВНИКА М1:100



					БР - 20.03.02 - 2021				
					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч	Лист	№дог	Подпись	Дата	Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Соболева А.А.							5	6
Руководит.	Пазенко Т.Я.								
Консулт.	Пазенко Т.Я.								

# ПЛАН ФЕРМЫ М1:200



## Спецификация

1	Коровник на 200 мест
2	Коровник на 200 мест
3	Доильно-молочный блок
4	Родильное отделение с цехом сухостоя
5	Телятник на 200 мест
6	Цех переработки молока
7	Котельная
8	Выгульные площадки
9	Жижесборник
10	Траншеи для хранения силоса и сенажа
11	Закрытый навес для сена
12	Комбикормовый цех со складом комбикорма
13	Гараж для средств механизации
14	Водонапорная башня
15	Трансформаторная подстанция
16	Санпропускник с учебными классами
17	КПП
18	Навозохранилище

БР - 20.03.02 - 2021					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч.	Лист	Масштаб	Подпись	Дата
Разраб.	Соболева А.А.				
Руководит.	Пазенко Т.Я.				
Консулт.	Пазенко Т.Я.				
Водоснабжение села расположенного в Абанском районе Красноярского края		Стадия	Лист	Листов	
			6	6	

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт

Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А. И. Матюшенко

подпись      инициалы, фамилия

« 30 » 06 2021 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»  
Направление подготовки

20.03.02.06 "Инженерные системы сельскохозяйственного  
водоснабжения, обводнения и водоотведения"  
профиль

Водоснабжение села расположенного в Абанском районе  
Красноярского края  
тема

Руководитель

  
подпись, дата

канд. тех. наук, доцент  
должность, ученая степень

Т. Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

А. А. Соболева  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

Т. Я. Пазенко  
инициалы, фамилия

Красноярск 2021