



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
институт  
Инженерных систем зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.В.Сакаш  
подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.02.06 «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,  
водоотведения, обводнения»  
по направлению

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»  
по профилю

«Разработка схемы водоснабжения птицефабрики Емельяновского района  
Красноярского края»  
тема

Руководитель

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

к.т.н., доцент

должность, ученая степень

О.Г.Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_   
подпись, дата

В. В. Шемелева

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка схемы водоснабжения птицефабрики Емельяновского района Красноярского края» содержит 59 страниц текстового документа, 31 использованных источников.

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

Объект ВКР – Птицефабрика ОАО «Заря» Емельяновского района Красноярского края. Птицефабрика находится в 15 километрах к западу от областного центра, на трассе М-53. Ведет деятельность с 1960 года, когда была построена птицеферма Емельяновского совхоза.

Специализируется на производстве куриного яйца и мяса птицы, занимается растениеводством. На собственных посевных площадях в 5 тысяч гектаров выращиваются злаковые культуры для производства комбикормов.

На 2015 год на предприятии поголовье составило 820 тысяч голов птицы, в том числе 617 тысяч несушек. Ежегодная производительность — 200 миллионов яиц. В 2015 году доля «Зари» на рынке куриного яйца по Красноярскому краю составила 31%.

Подземные воды.

Цель БР: разработка водозабора подземного источника с усовершенствованной системой водоподготовки.

Задачами проекта являются оценка состояния существующей системы водоснабжения птицефабрики, анализ подземного источника и необходимой схемы водоподготовки для птицефабрики.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения.....	6
1.1 Исходные данные.....	6
1.2 Современное водоснабжение птицефабрики.....	7
1.3 Определение расчетных расходов воды.....	16
2 Расчет скважин .....	22
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод .....	22
2.2 Определение категории водозабора .....	23
2.3 Расчет скважины.....	24
2.4 Гидрогеологический расчет скважины .....	27
2.5 Определение уровней воды в скважине.....	29
2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования.....	31
3 Современные локальные установки водоподготовки для птицефабрики.....	37
3.1 Расчет напорного фильтра.....	38
3.2 Расчет рефайнера.....	40
3.3 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды.....	43
3.4 Установка с источниками бактерицидного излучения.....	44
3.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.....	47
3.6 Установка для насыщения воды кальцием.....	49
4 Технологическая схема водоподготовки.....	50
4.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду... ..	51
4.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух.....	53
4.3 Расчет границ зон санитарной охраны .....	53
5 Эколого-экономическое обоснование.....	55
5.1 Расчет ущерба при изъятии воды из подземного источника.....	55

Список использованных источников.....	57
---------------------------------------	----

## ВВЕДЕНИЕ

Территория Емельяновского района расположена в центральной части земледельческого района Красноярского края.

Емельяновский район относится к климатическому району I, подрайон IV [4]. Климат района резко континентальный, формируется под воздействием воздушных масс, приходящих с запада, севера и юга. Континентальность района выражена большой годовой ( $38^{\circ}\text{C}$  по среднемесячному значению) и суточной (12-14) амплитудой колебаний температуры воздуха.

По условиям влагообеспеченности район относится к зоне достаточного увлажнения. Средне годовое количество осадков составляет 400-600 мм.

Основным землепользователем в настоящее время является ОАО «Заря».

В данной работе необходимо запроектировать водозаборное сооружение из подземных источников. Сооружение запроектировано для водоснабжения птицефабрики «Заря».

В настоящее время птицефабрика не имеет своего источника водоснабжения и забирает воду из имеющихся скважин поселка Емельяново. Так как дебит скважин рассчитан только на режим водопотребления поселка, то его превышение может привести к истощению источника и нарушению подачи воды потребителям.

Неправильное использование скважин приводит к снижению их производительности. Так же ухудшается качество воды, происходит загрязнение подземного источника, тем самым не соблюдаются имеющиеся нормы [8].

Превышение требуемого количества воды из источника приводит к выходу из строя отдельных элементов оборудования, чаще всего насосов.

Вода, поступающая на птицефабрику, должна быть определенного качества, для этого необходимо предусмотреть схему водоподготовки, которая позволит увеличить производительность предприятия.

Водозаборные сооружения являются одним из наиболее важных элементов системы водоснабжения, которые способствуют эксплуатационной надежности всей системы, а также ее технико-экономических показателей. Именно поэтому проектирование водозаборных сооружений должно осуществляться с применением современных методов расчета водоприемных устройств, прогрессивных конструкций и технологий производства строительных работ.

Использование подземных вод для водоснабжения определяется условиями формирования, залегания различных категорий подземных вод: характеристикой водоупоров и кровли водоносных пластов, их мощностью; составами и свойствами водовмещающих пород, а также спецификой формирования водоносных горизонтов, особенностями источников их питания.

## **1 Общие сведения**

### **1.1 Исходные данные**

Защищенный водонапорный пласт площадного питания со следующими характеристиками:

- мощность пласта  $m = 35$  м;
- коэффициент фильтрации грунта  $k_{\phi} = 15$  м/сут;
- коэффициент водоотдачи (30% от  $k_{\phi}$ )  $\mu = 4,5$ ;
- пористость водовмещающих пород  $n = 0,22$ ;
- отметка поверхности земли  $Z_{\text{земли}} = 0$  м;
- отметка статического уровня воды в пласте  $Z_{\text{стат. уровень}} = 2,500$  м;
- водовмещающие породы – среднезернистые и мелкозернистые пески с  $d = 0,25-2,2$  мм;
- потребитель – птицефабрика «Заря»;
- содержание Fe = 3,7 мг/л;
- жесткость воды 17,5 мг-экв/л.

Число птиц на предприятии: несушки – 617000 голов; бройлеры – 95000 голов; молодняк в возрасте 1-9 недель – 58000 голов; молодняк в возрасте 10-22 недель – 50000 голов.

Число сотрудников на предприятии: техники – 3 чел; инженеры – 3 чел; руководители – 2 чел. В соответствии с [6] на каждые 10000 голов птиц требуется один сотрудник, итого 82 человека.

### **1.2 Современное водоснабжение птицефабрики**

Современные системы водоснабжения представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку с



последующей подачей и распределением воды потребителям. Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, которые предназначены для питьевого, бытового, хозяйственного, производственного и противопожарного водоснабжения.

Содержание железа в воде придает ей буроватую окраску, металлический привкус и вызывает коррозию труб. В подземных водах железо встречается обычно в двухвалентной форме (в растворенном состоянии). Необходимая степень обезжелезивания воды определяется конечными целями, для которых эта вода будет использоваться [8]. Для хозяйственно-питьевого назначения концентрация железа не должна превышать 0,3–1 мг/л. Хотя на сегодняшний день не существует единого универсального метода комплексного удаления всех существующих форм железа из воды, используя разные схемы очистки, можно добиться желаемого результата в каждом конкретном случае.

### **Окислительное обезжелезивание**

Традиционные методы обезжелезивания воды основываются на окислении двухвалентного железа кислородом воздуха (аэрация) и сильными окислителями (хлор, перманганат калия, перекись водорода, озон) до трехвалентного состояния, с образованием нерастворимого гидроксида железа (III), который впоследствии удаляется отстаиванием, отстаиванием с добавлением коагулянтов и флокулянтов, а также фильтрацией.

### **Аэрация**

Окисление железа аэрацией может проводиться: фонтанированием (так называемые брызгальные установки), душированием, с помощью инжектора, эжектора или компрессора, введением воздуха в трубу под напором, барботацией.

В большинстве случаев вода, прошедшая обезжелезивание аэрацией с последующим отстаиванием и фильтрацией, уже оказывается пригодной к употреблению в качестве питьевой. По такой упрощенной схеме обезжелезивание эффективно, когда исходная концентрация железа

не превышает 10 мг/мл (при содержании двухвалентного железа не менее 70% от общего), концентрация  $H_2S$  не более 2,5 мг/л. Окислительно-восстановительный потенциал (редокс - потенциал) воды после аэрации не должен быть ниже 100 мВ, индекс стабильности (индекс Ланжелье) не менее 0,05.

Какой способ аэрации будет применен зависит от параметров исходной воды. Если концентрация сероводорода выше 0,5 мг/л, а свободной углекислоты – более 40 мг/л, введения воздуха в трубопровод под напором не требуется – достаточно предусмотреть открытую емкость со свободным изливом в нее воды. Аналогичного эффекта можно достичь с помощью фонтанирования или душирования.

#### **Окисление двухвалентного железа с добавлением сильных окислителей**

Значительно ускоряется процесс окисления двухвалентного железа при добавлении в воду сильных окислителей. Чаще всего применяется хлорирование, которое позволяет решить проблему дезинфекции воды, а наиболее эффективным оказывается озонирование. Вследствие того, что, за исключением озона, другие окислители оказываются малоэффективными по отношению к органическому железу. Озонирование является наиболее дорогостоящим методом, требующим больших затрат электроэнергии. Также, практически всегда обезжелезивание происходит одновременно с удалением из воды марганца, который окисляется значительно труднее, чем железо, и рН при этом имеет более высокие значения.

#### **Осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом**

В обычных условиях процесс осаждения коллоидных частиц гидроксида трехвалентного железа (размер частиц 1–3 мкм) при отстаивании происходит очень медленно. Для ускорения процесса используют коагулянт. При добавлении коагулянтов происходит укрупнение частиц и ускорение осаждения. Этого же требует использование на очистительных сооружениях

песчаных или антрацитовых фильтров, не способных задерживать мелкие частицы. Так же плохо эти фильтры задерживают органическое железо.

Медленное осаждение коллоидных частиц гидроксида железа (III) вкуче с малой эффективностью применения окислителей и аэрации по отношению к органическому железу, а также ограничение по верхней концентрации железа в исходной воде затрудняет применение традиционной промышленной схемы обезжелезивания в сравнительно небольших автономных системах, работающих с высокой производительностью. В таких схемах стараются применять другие установки, обезжелезивание в которых проводится по принципам каталитического окисления с последующей фильтрацией и ионообмена.

### **Каталитическое окисление с фильтрацией**

Наиболее часто применяемый сегодня метод для водоснабжения коттеджей, отдельных небольших предприятий. Установки для каталитического окисления и фильтрации компактны и отличаются достаточно высокой производительностью (0,5–20,0 м<sup>3</sup>/ч и более в зависимости от сорбента, исходных качеств воды, геометрических характеристик резервуара – баллона из стекловолокна или нержавеющей стали). Реакция окисления железа происходит внутри резервуара установки на гранулах засыпки – специальной фильтрующей среды с каталитическими свойствами. Каталитические и фильтрующие свойства этих материалов определяются их высокой пористостью, обеспечивающей среду для протекания реакции окисления и обуславливающей способность к абсорбции.

Часто применяется в качестве каталитической засыпки синтетический материал Birn. Он позволяет эффективно и экономично удалять из воды соединения железа и марганца низких и средних концентраций. В установки с засыпкой из Birn подается предварительно аэрированная вода. Доля растворенного в ней кислорода должна быть не менее 15% доли железа (или железа и марганца). Высокая пористость материала и малая насыпная масса (0,7–0,8 г/см<sup>3</sup>) позволяют легко удалять осадки при обратной промывке.

Необходимо, чтобы щелочность в исходной воде была в два раза больше, чем концентрация хлоридов и сульфатов. Недостатками материала Вirm являются его высокая склонность к истиранию, из-за чего за год теряется до 10–15 % засыпки, а также не самый широкий диапазон рабочих значений pH – 8,0–9,0. Его преимущество – невысокая стоимость.

Довольно широко применяются каталитические засыпки на основе природных минералов, таких как доломит, цеолит, глауконит. Используется и синтетический цеолит.

Из глауконитового зеленого песка получают материал для каталитической окислительной фильтрации – GlauconiteManganeseGreensand. В процессе обработки глауконитового песка в состав Greensand вводятся высшие оксиды марганца, которые обеспечивают дополнительную окислительную способность этого материала. Кроме собственных каталитических и окислительных свойств Greensand связывает такие окисляющие агенты, как перманганат калия, хлор, растворенный кислород. Все это обеспечивает высокую скорость и полноту окислительных реакций. Greensand обладает высочайшей поглощающей способностью, эффективен при очистке воды с высокими концентрациями железа и марганца (суммарно до 10 мг/л) в широком диапазоне pH – 6,2–8,8. Системы с засыпкой из этого материала применяются для очистки воды на любой глубине скважины. Сероводород окисляется до нерастворимых сульфатов. Осадки фильтруются слоем Greensand и сопутствующими фильтрующими слоями. Сорбент не подвержен воздействию микроорганизмов, органических примесей, а также не требует дезинфекции. Регенерация среды проводится раствором перманганата калия с последующей промывкой исходной водой.

Есть и другие материалы с каталитической и окислительной активностью, которые применяются в качестве засыпок для фильтров-обезжелезивателей, но на примере вышеуказанных можно получить представление об основных принципах удаления железа данным способом.

### **Ионообменный метод удаления железа**

Для удаления железа из воды этим методом применяются катиониты. На смену цеолиту и другим природным ионитам приходят синтетические ионообменные смолы; эффективность при этом использования ионного обмена значительно возрастает.

Любые катиониты способны удалять из воды не только растворенное двухвалентное железо, но также и другие двухвалентные металлы, в частности кальций и магний, для этого они в первую очередь и применяются. Теоретически методом ионного обмена можно удалять из воды очень высокие концентрации железа, при этом не потребуется стадии окисления растворенного двухвалентного железа с целью получения нерастворимого гидроксида. Но на практике возможности применения данного метода значительно ограничены.

Применение ионного обмена для обезжелезивания ограничивает присутствие трехвалентного железа, которое быстро «забивает» смолу и плохо оттуда вымывается. Поэтому любое присутствие в воде, проходящей через ионообменник, кислорода или других окислителей крайне нежелательно. Это накладывает ограничение и на диапазон значений pH, в которых смола эффективна.

В большинстве случаев использование ионообменных смол для обезжелезивания нецелесообразно, так как обладая более высоким сродством к катионитам, железо значительно снижает эффективность удаления на них ионов кальция и марганца, проведения общей деминерализации. Если в воде присутствуют органические вещества (органическое железо), это может привести к быстрому зарастанию ионообменной смолы органической пленкой, служащей питательной средой для бактерий. Поэтому ионообменные катиониты применяются для обезжелезивания обычно, когда требуется доочистка воды по этому параметру до самых низких концентраций и когда возможно одновременное удаление ионов жесткости.

### **Обезжелезивание мембранными методами**

Микрофильтрационные мембраны пригодны для удаления коллоидных частиц гидроксида железа (III); ультрафильтрационные и нанофильтрационные мембраны способны удалять кроме этого коллоидное и бактериальное органическое железо, а метод обратного осмоса позволяет удалять до 98% растворенного в воде двухвалентного железа. Но мембранные методы достаточно дорогостоящи и не предназначаются конкретно для обезжелезивания. Также, мембраны легко подвергаются зарастанию органической пленкой и забиванию поверхности нерастворимыми частицами, в том числе ржавчиной, а также поглощают растворенное двухвалентное железо и быстро теряют способность эффективно задерживать другие вещества. Фирмы-производители обратноосмотических мембран гарантируют сохранение их технологических свойств в период эксплуатации при содержании общего железа в воде не более 0,1–0,3 мг/л, взвешенных примесей – не более 0,5–0,6 мг/л, перманганатной окисляемости – не более 5 мг O<sub>2</sub>/л и коллоидном индексе не более 2–4 единиц (параметры, учитывающие содержание органического железа). Поэтому перед мембраной очисткой необходима предварительная фильтрация. Но применение мембранных методов желательно там, где просто необходима высокая степень очистки воды, в том числе и от железа, например, в медицинской или пищевой промышленности. Он является самым эффективным для подготовки питьевой воды из магистральных и частных водопроводов.

### **Биологическое обезжелезивание**

Этот метод подразумевает использование железобактерий, окисляющих двухвалентное растворенное железо до трехвалентного, в целях очистки воды, с последующим удалением коллоидов и бактериальных пленок в отстойниках и на фильтрах. Иногда это единственный способ, который может снизить содержание железа в воде. Прежде всего, когда концентрации железа в воде особенно велики, свыше 40 мг/л. Также применяют биологическое обезжелезивание, если в воде высоко содержание сероводорода и углекислоты. Такая вода с очень низким водородным показателем не может

быть очищена от избыточного железа методом упрощенной аэрации. Воду подвергают фильтрации через колонии бактерий на медленных фильтрах с песчано-гравийной загрузкой. Потом подвергают сорбционной очистке для того, чтобы задержать продукты жизнедеятельности бактерий и подвергнуть их ультрафиолетовому обеззараживанию.

Данные методы не могут быть использованы в связи с необходимостью построения станций водоподготовки, сооружения для приготовления реагентного хозяйства, фильтрации, что не применимо в поселках городского типа.

Также существуют нетрадиционные методы, такие как обратный осмос, ультрафильтрация, нанофильтрация, кавитация.

### **Обратный осмос**

Явление самопроизвольного проникновения молекул воды в более насыщенный раствор через тонкую пористую пленку органического происхождения (мембрану), названное осмосом, было открыто еще в 1748 г. Принцип действия обратного осмоса основывается на фильтровании воды при высоком давлении через мембрану с очень узкими порами. Характерный размер пор мембраны – 1 Ангстрем (1 Ангстрем =  $10^{-10}$  в минус 10 степени). Практически он выглядит как продавливание молекул воды через полупроницаемую мембрану. В итоге исходная вода разделяется на два потока: фильтрат (очищенная вода), который поступает к потребителю, и концентрат (концентрированный раствор примесей) — его сливают в дренаж. Через полупроницаемую мембрану пропускаются только молекулы воды, а все частицы, микроорганизмы и органические молекулы с большим молекулярным весом — задерживаются. Из-за очень малого размера пор процесс очистки воды на обратноосмотической мембране замедляется, что требует использования мембран с большой площадью поверхности и достаточно высокого давления. Эти мембраны представляют собой картридж, содержащий свернутую в рулон мембрану. Для предотвращения засора, вдоль мембраны создается принудительный поток воды, который

и смывает отфильтрованный «остаток» в дренаж. Эффективность процесса обратного осмоса в отношении различных примесей и растворенных веществ зависит от следующих факторов: давление, температура, уровень рН, материал, из которого изготовлена мембрана, и химический состав входной воды. Все эти показатели влияют на эффективность работы систем обратного осмоса.

### **Ультрафильтрация**

В отличие от технологии обратного осмоса, этот метод осветляет и обеззараживает воду, не меняя солевой состав без применения химреагентов. В промышленных условиях, УФ-система работает при «тупиковой фильтрации», то есть в режиме не сбрасывая концентрат, что происходит за счет чередования фильтрации и обратной промывки мембраны. Часть очищенной воды идет в обратном направлении для удаления накопившихся загрязнений. Добавив специальный раствор в промывную воду, который состоит из моющих реагентов, улучшается очистка воды. Такая вода для промывки, которая стала концентратом, в среднем составляет 10-20% из всего потока воды. По необходимости усиленная промывка мембран циркулирующим моющими растворами резко увеличивает их ресурс. Преимущество этого метода в том, что он может применяться для получения качественной питьевой воды прямо из источника с поверхностными водами, так как УФ-мембрана – это идеальный барьер для большинства вирусов и бактерий. Эта особенность ультрафильтрации воды освобождает воду от необходимости в первичном хлорировании, так как обеззараживание воды проходит непосредственно перед подачей ее потребителю.

### **Нанофильтрация**

Так же как и при обратном осмосе, механизмом переноса при нанофильтрации является диффузия. Нанофильтрационные мембраны схожи по химии поверхностных свойств с обратноосмотическими, но допускают диффузию воды и некоторых ионов, в основном, одновалентных (например, натрия и хлора). Более крупные ионы, включая двух- и многовалентные, и



более сложные молекулы задерживаются. Поскольку одновалентные ионы диффундируют через наночистотационные мембрану вместе с водой, перепад осмотического давления на мембране меньше, чем при обратном осмосе, и именно поэтому наночистота обычно проводится под меньшим давлением.

Перечисленные методы обеспечивают гораздо более высокую степень очистки и не требуют построения дополнительных сооружений, в отличие от традиционных методов фильтрации. Но данные виды фильтрации очень дорогостоящие.

### 1.3 Определение расчётных расходов воды

Водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Для обеспечения требуемой пропускной способности распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход. Что бы его определить необходимо просуммировать часовые расходы воды каждым потребителем и составить график водопотребления в течение суток.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике для птиц определяем по формуле

$$Q_{птиц}^{ср} = \frac{\sum (q_{птиц} \cdot N_{птиц})}{1000}, \quad (1.1)$$

где  $q_{птиц}$  – норма водопотребления, л/сут на 1 птицу, таблица 14 [10];

$N_{птиц}$  – расчетное число птиц на птицефабрике, голов.

По данным птицефабрики «Заря» за 2016 год, на территории предприятия имеются: 617000 голов несушек, 95000 голов бройлеров, 58000

голов молодняка в возрасте 1-9 недель и 50000 голов молодняка в возрасте 10-22 недель. Данные о норме водопотребления птиц приняли по таблице 14 [10].

$$Q_{птиц}^{cp} = \frac{0,25 \cdot 617000 + 0,3 \cdot 95000 + 0,15 \cdot 58000 + 0,23 \cdot 50000}{1000} = 202,95 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике для сотрудников определяем по формуле

$$Q_{раб}^{cp} = q_г \cdot n_г + q_х \cdot n_х, \quad (1.2)$$

где  $q_г$  – норма водопотребления, л/сут на 1 чел, работающего в горячем цеху, таблица А.3 [2];

$n_г$  – расчетное число рабочих на птицефабрике, чел, работающих в горячем цеху;

$q_х$  – норма водопотребления, л/сут на 1 чел, работающего в холодном цеху, таблица А.3 [2];

$n_х$  – расчетное число рабочих на птицефабрике, чел, работающих в холодном цеху

$$Q_{раб}^{cp} = 2 \cdot (17 \cdot 45 + 32 \cdot 25) = 3,13 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расчетный (средний за год) общий суточный расход воды, м<sup>3</sup>/сут, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике определяем по формуле

$$Q_{сут}^{cp} = Q_{птиц}^{cp} + Q_{раб}^{cp}, \quad (1.3)$$

где  $Q_{птиц}^{cp}$  – общий суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды птиц, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{раб}^{cp}$  – общий суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды сотрудников, м<sup>3</sup>/сут.

$$Q_{сут}^{cp} = 202,95 + 3,13 = 206,08 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки максимального водопотребления определяем по формуле

$$Q_{сут. max} = k_{сут. max} \cdot Q_{сут}^{cp}, \quad (1.4)$$

где  $k_{сут. max}$  – максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления, который учитывает уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются  $k_{сут. max} = 1,1-1,3$ ).

Для предприятия часовой расход воды определяем с учетом максимального коэффициента часовой неравномерности водопотребления  $k_{ч. max}$ , который вычисляем по формуле

$$k_{ч. max} = a_{max} \cdot \beta_{max}, \quad (1.5)$$

где  $a$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ( $a_{max} = 1,2 - 1,4$ );

$\beta$  – коэффициент, принимаемый по таблице 2[1], учитывающий количество птиц и сотрудников на предприятии.

$$k_{ч. max} = 1,4 \cdot 1,01 = 1,41,$$

$$Q_{сут. \max} = 1,3 \cdot 206,08 = 267,9 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

Максимальный часовой расход воды птицефабрики из водопроводной сети, м<sup>3</sup>/ч, определяем по формуле

$$q_{ч. \max} = \frac{k_{ч. \max} \cdot Q_{сут. \max}}{24} = \frac{1,41 \cdot 267,9}{24} = 15,74 \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (1.6)$$

Расход воды на полив на территории предприятия, м<sup>3</sup>/сут, рассчитываем по формуле

$$Q_{пол} = \frac{q_{пол} \cdot F \cdot \alpha}{100}, \quad (1.7)$$

где  $q_{пол}$  – расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий, л/м<sup>2</sup>, принимаемый в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий по таблице 3 [1];

$F$  – площадь поливаемой территории, м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – доля поливаемой территории предприятия, %.

Расход воды на полив зеленых насаждений:

$$Q_{пол, з. н.} = \frac{4 \cdot 3200 \cdot 5,44}{100} = 2,87 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расход воды на полив газона:

$$Q_{пол, г.} = \frac{6 \cdot 20800 \cdot 8,57}{100} = 10,7 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Общий расход воды на полив:

$$Q_{\text{пол.общ}} = 2,87 \cdot 10,7 = 13,57 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Расход воды на собственные нужды водозаборного сооружения (промывка фильтра, водоприёмных устройств, сети) требуется 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды, отсюда получаем:

$$Q_{\text{с.н.}} = 10\% \cdot Q_{\text{сут.макс}} = 267,9 \cdot 0,1 = 26,79 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.8)$$

Расход воды на пожаротушение, м<sup>3</sup>/за 3 часа:

$$Q_{\text{пож}} = (3,6 \cdot n \cdot q) \cdot 3, \quad (1.9)$$

где  $n$  – количество одновременных пожаров,  $n=2$ ;

$q$  – расход воды на 1 пожар,  $q=20$  л/с.

$$Q_{\text{пож}} = (3,6 \cdot 2 \cdot 20) \cdot 3 = 432 \text{ м}^3 / \text{за 3 часа}$$

Расходы воды на форсированный режим принимаем как 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$$Q_{\text{ф.р.}} = 10\% \cdot Q_{\text{сут.макс}} = 267,9 \cdot 0,1 = 26,79 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.10)$$

Общий расход воды на предприятии, м<sup>3</sup>/сут, определим по формуле

$$Q_{\text{общ.}} = Q_{\text{сут}}^{\text{сп}} + Q_{\text{пол}} + Q_{\text{с.н.}} + Q_{\text{пож}} + Q_{\text{ф.р.}} \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{общ.}} = 206,08 + 13,57 + 26,79 + 432 + 26,79 = 705,23 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

При расчете систем водоснабжения необходимо учитывать не только изменения расходования воды потребителями по дням в течение года, но и изменения, происходящие в отдельные периоды суток.

График водопотребления в населенном пункте по часам суток представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Режим водопотребления предприятия

Часы суток	Хозяйственно- питьевые нужды предприятия		Q <sub>пол.</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Q <sub>пож.</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Всего по строке, м <sup>3</sup> /ч	%
	k=1,45%	Q <sub>х.-п.</sub> , м <sup>3</sup> /ч				
0-1	2	5,36	2,26	19,12	26,74	3,61
1-2	2,1	5,63	2,26	19,12	27,00	3,65
2-3	1,85	4,96	2,26	19,12	26,33	3,56
3-4	1,9	5,09		19,12	24,21	3,27
4-5	2,85	7,64		19,12	26,75	3,61
5-6	3,7	9,91		19,12	29,03	3,92
6-7	4,5	12,06		19,12	31,17	4,21
7-8	5,3	14,20		19,12	33,31	4,50
8-9	5,8	15,54		19,12	34,65	4,68
9-10	6,05	16,21		19,12	35,32	4,77
10-11	5,8	15,54		19,12	34,65	4,68
11-12	5,7	15,27		19,12	34,39	4,65
12-13	4,8	12,86		19,12	31,98	4,32
13-14	4,7	12,59		19,12	31,71	4,28
14-15	5,05	13,53		19,12	32,65	4,41
15-16	5,3	14,20		19,12	33,31	4,50
16-17	5,45	14,60		19,12	33,72	4,55
17-18	5,05	13,53		19,12	32,65	4,41

18-19	4,85	12,99		19,12	32,11	4,34
19-20	4,5	12,06		19,12	31,17	4,21
20-21	4,2	11,25		19,12	30,37	4,10
21-22	3,6	9,64	2,26	19,12	31,02	4,19
22-23	2,85	7,64	2,26	19,12	29,01	3,92
23-24	2,1	5,63	2,26	19,12	27,00	3,65
Всего:	100	267,9	13,57	458,79	740,26	100

Есть различные методы описания процессов водопотребления в течение суток. В современной практике проектирования данные о режиме водопотребления представляют в табличной, интегральной или графической форме. Во всех случаях для этого используют коэффициенты часовой неравномерности водопотребления  $k$ , %.

Максимальный коэффициент часовой неравномерности, является отношением максимального часового расхода воды к среднему часовому в сутки максимального водопотребления.

В данной работе процесс водопотребления в течении суток представила в виде графика.

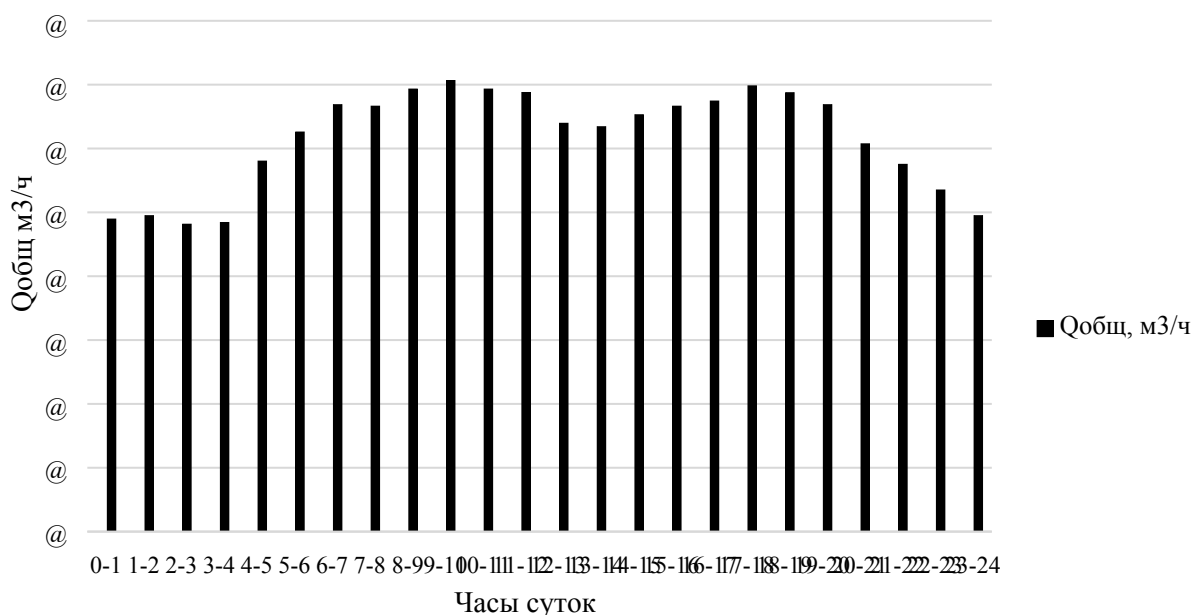


Рисунок 1.1 – График водопотребления в течение суток

## **2 Расчет скважины**

### **2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод**

Подземные воды добывают водозаборами различных типов с учетом условий залегания подземных вод, их формирования и обеспечения необходимого расхода в течение расчетного срока, а в ряде случаев и в перспективе.

Имеет приоритет перед другими потребителями подземных вод имеет хозяйственно-питьевое водоснабжение. Это обусловлено высоким качеством пресных подземных вод и их лучшей защищенностью от загрязнения.

Устройства водозаборных узлов и состав сооружений на них определяются условиями залегания, мощностью, водообильностью, глубиной и геологическим строением водоносных горизонтов, гидравлическими характеристиками подземного потока (напором, скоростью и направлением движения, связью с другими водоносными массивами, пластами и поверхностными водами), санитарным состоянием территории, намеченной производительностью и технико-экономическими показателями.

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 80 м. Мощность водоносного пласта 35 м и коэффициент фильтрации равен 15 м/сут. На основании этих данных проектируем скважину.

Для сооружения скважины используем роторный способ бурения. Суть способа состоит в разрушении пород по всему поперечному сечению скважины (сплошным забоем) вращающимся породоразрушающим инструментом (долотом) с приложением осевой нагрузки. Разбуренная порода (шлам) непрерывно выносится из скважины восходящим потоком рабочего глинистого раствора (промывочной жидкости), подаваемый к забою буровым насосом по схеме прямой циркуляции жидкости.



## 2.2 Определение категории водозабора

Данный водозабор относится ко 2 категории надежности. Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно – питьевые нужды не должна превышать 30%; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 часов.

## 2.3 Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита. В условиях установившегося движения дебит, м<sup>3</sup>/сут, в напорном водоносном пласте определяется по формуле Дюпюи

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

где  $k_\phi$  – 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 12% от  $m$ , то есть  $S = 0,12 \cdot 35 = 4,2$  м.

$$Q_c \approx \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,575}} \approx 2280,17 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Фильтр является ответственной частью скважины: от того, насколько правильно и надёжно устроен фильтр, в высокой степени зависит качество работы всего колодца. Основное назначение фильтра заключается в предохранении водоносного горизонта от обрушения, а также в пропуске воды без механических примесей.

Фильтры состоят из рабочей части (через которую в колодец поступает вода), верхней над фильтровой глухой части с замком для возможности опускания и установки фильтра и нижней также глухой части, которая служит сборником для проникающих в колодец мелких частиц грунта.

Теперь определим диаметр фильтра, м, по формуле

$$D_{\phi} = \frac{Q_c}{v_{\phi} l_{\phi}}, \quad (2.2)$$

где  $Q_c$  – дебит скважины, м<sup>3</sup>/сут;

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

$$l_{\phi} = (0,5 \text{ -- } 0,8) m, \quad (2.3)$$

$$l_{\phi} = 0,6 \text{ -- } 0,8 \text{ м}$$

$v_{\phi}$  – скорость фильтрации, м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле

$$v_{\phi} = 65 \sqrt{k_{\phi}}, \quad (2.4)$$

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

Находим диаметр фильтра:

$$D_{\phi} = \frac{2280,17}{3,14 \cdot 21 \cdot 60,3} = 0,2 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм, определяется по формуле

$$D_3 = D_{\phi} + 50, \quad (2.5)$$

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

$$D_3 = 200 + 50 = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_n = D_3 + 100, \quad (2.6)$$

где  $D_3$  – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

$$D_n = 250 + 100 = 350 \text{ мм} = 0,35 \text{ м}$$

Диаметр забоя, м:

$$D_3 = \frac{D_{\phi}}{4}, \quad (2.7)$$

где  $D_{\phi}$  – смотри формулу 2.2.

$$D_3 = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ м}$$

Тип фильтра и его конструкцию выбираем в зависимости от характера и гранулометрического состава водоносных пород. Тип фильтра и область его применения представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Тип фильтра и область его применения

Тип фильтра	Материал для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
С ребристой водоприемной поверхностью	Фильтровые элементы колец или сегментов из пластмасс. Стержни $\square$ 10 мм из стеклопластика	Скважность каркаса до 20...25%. Ребристость в большинстве случаев продольная. Шаг ребер подбирается в зависимости от состава каптируемых пород.	Крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые пески. Подземные воды характеризуются коррозионными свойствами.

#### 2.4 Гидрогеологический расчет скважины

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений выполняют на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Схема притока воды в одиночной скважине изображена на рисунке 2.1.

Чаще всего для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты и пласты – полосы – долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Так же, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к эксплуатации:

водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

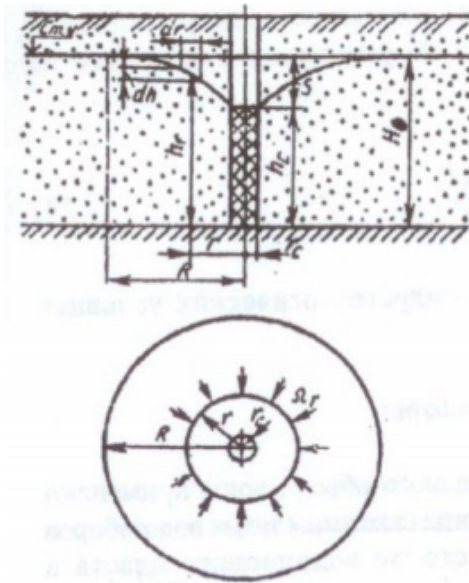


Рисунок 2.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

В каждой одиночно работающей скважине расположенной в напорном пласте мощностью  $m$ , через любую цилиндрическую поверхность  $\Omega_r$  пласта, очерченную вокруг скважины радиусом  $r$ , при коэффициенте фильтрации пород пласта  $k_f$  и диаметре фильтра скважины  $D_\phi$  в условиях установившегося движения расход воды будет одинаковым:

$$Q_c = \Omega_r \cdot i_r = 2\pi r m k_f \frac{dh}{dr}, \quad (2.8)$$

где  $i_r$  – гидравлический градиент потока на расстоянии  $r$  от оси скважины,  $i_r = -\frac{dh}{dr}$ .

В результате интегрирования этого уравнения получаем известное выражение Дюпюи, связывающее параметры скважины и ее дебит с понижением уровня  $S$  в скважине:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,575}} = 2280,17 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2 \cdot k_{\phi} \cdot m} \cdot \ln \frac{R}{r}, \quad (2.9)$$

$$h_r = 77,5 - \frac{2280,17}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 35} \cdot \ln \frac{250}{0,575} = 73,31 \text{ м}$$

Определяем количество скважин, шт:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (2.10)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общий суточный расход воды на предприятии, м<sup>3</sup>/сут.

$$n = \frac{740,26}{2280,17} = 0,32 \approx 1 \text{ шт}$$

По таблице 5 [1] определяем количество резервных скважин в зависимости от числа основных. Отсюда  $n_{\text{рез}}=1$  скважина.

## 2.5 Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды составляет -2,500 м.

Определяем расчётную отметку динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{расч.дин.} = Z_{стат.ур.} - S_i, \quad (2.11)$$

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:

$$S_j = S_i + k, \quad (2.12)$$

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:

$$S_2 = 4,2 + 1,15 = 4,83 \text{ м}$$

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  $S_n$ :

$$t_{ij} = \frac{3}{7} S_i, \quad (2.13)$$

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, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n}}{S_n}\right) \quad (2.14)$$

Дебит первой скважины с учётом срезки, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_1 = 95,01 \cdot \left(1 - \frac{1,8}{4,2}\right) = 31,35 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Дебит второй скважины с учётом срезки, м<sup>3</sup>/ч:



$$Q_2 \approx 95,01 \left( 1 - \frac{2,07}{4,83} \right) \approx 34,20 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

## 2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования

Каждое водозаборное сооружение оснащено основным и вспомогательным оборудованием.

К основному оборудованию относятся: насосные агрегаты, затворы, водоводы – самотечные или сифонные, всасывающие и напорные, а также, запорная арматура.

К вспомогательному оборудованию относятся гидроэлеваторы для откачки осадка из водоприёмных камер; компрессоры, вакуум–насосы, дренажные насосы; грузоподъёмные устройства и механизмы; устройства для промывки фильтра.

### Насосное оборудование

Для подъема воды из водозаборных скважин применяются погружные насосы. Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы сооружения в целом, находят методом подбора по результатам расчётов. Производительность насоса при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды, для которого проектируется автономная система водоснабжения.

С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15 лет, подбираем насос большей подачи, чем в расчётах.

В качестве насоса принимаем насос марки Grundfos, типа SP 30-9 [14]. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø150 мм. Трубы соединяются при помощи муфты. В таблице 2.1 приведены технические характеристики насоса SP 30-9. Насос SP 30-9

представлен на рисунке 2.2. Погружной скважинный насос, предназначенный для перекачивания чистой воды. Можно устанавливать, как в вертикальном, так и в горизонтальном положениях. Все металлические детали изготовлены из нержавеющей стали, которая обеспечивает высокую коррозионную стойкость. Данный насос разрешен для перекачивания питьевой воды. Насос оснащен электродвигателем MS60009.2 кВт с защитой от песка, торцевым уплотнением вала, опорными подшипниками с водяной смазкой и мембраной для компенсации объема. Электродвигатель представляет собой погружной двигатель в герметическом исполнении, обладающий хорошей механической стабильностью и высоким КПД. Подходит для температур до 40 °С. Электродвигатель оснащен датчиком Grundfos Tempson, который посредством связи по ЛЭП вместе с панелью управления MP204 позволяет контролировать температуру.

Таблица 2.1 – Основные технические данные погружного насоса SP 30-9

Подача , м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя , кВт	Частота вращения , об/мин	Масса, кг	Габариты насоса ВхНхС, мм	Напряжени е питания, В
31,6	64,39	9,2	2900	96,7	144x1752x139,5	380

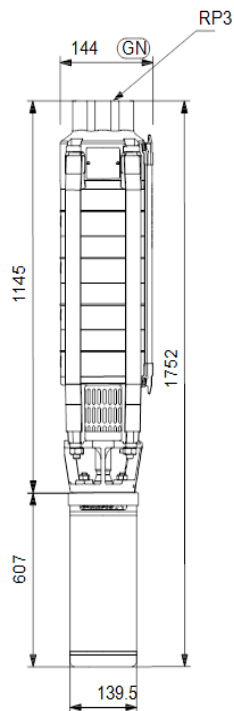


Рисунок 2.2 – Насос типа SP 30-9

### Грузоподъемное оборудование

Для монтажа и демонтажа оборудования скважины применяем грузоподъемное устройство. Монтаж и демонтаж скважинного насоса предусматривается через люк павильона.

Для этого используют различные типы грузоподъемных механизмов (ручные тали, кран–балки, козловые и мостовые краны), которые выбираются с учетом размеров сооружений, компоновки технологического оборудования, его размеров и максимальной массы поднимаемого элемента.

Для подъема и опускания насоса в скважину применяем электрическую таль марки ВН250А грузоподъемностью 0,25 т. Таль ВН250А, применяется там, где требуется осуществлять подъем груза на большую высоту до 60м. Данные электротали работают от сети 230В. Конструкция тали: канат, шнуры питания, крепежные скобы, крюк, а также пульт управления. Характеристики тали приведены ниже в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики тали ВН250А

Высота подъёма, м	Размеры тали, мм			Установленная мощность, кВт	Грузоподъемность, кг	Номинальная скорость, м/мин	Масса тали, кг
	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>				
60	540	365	290	1,3	250	15	32

### **Оборудование для промывки скважины при заиливании**

Прокачка скважины – это выкачивание из неё большого количества воды, в которой содержится большое количество загрязнений – песка, ила и т.п. Прокачка – это самый компактный и аккуратный способ прочистки скважины при заиливании. Выкачиваемую воду можно сливать в любое удобное место, соблюдая чистоту возле скважины. Установка для прокачки скважины представляет собой насос, способный качать загрязненную воду. В зависимости от класса насоса он может прокачивать воду, содержащую не только ил или песок, но и мелкие камешки (диаметром 5 мм). Насос для прокачки опускают на дно к самому илу и начинают качать.

Для прокачки скважины при заиливании применяем погружной насос марки Grundfos SP 30-9, который погружается в скважину и производит откачку наносов. Подача насоса – 31,6 м<sup>3</sup>/ч, напор – 64,39 м. Потребляемая мощность – 9,2 кВт, максимальное содержание твердых частиц - 50 гр/м<sup>3</sup>.

### **Строение павильона и устья скважины**

Павильон устраивают над водозаборной скважиной. Он предназначен для размещения оборудования скважины, предотвращения несанкционированного доступа к скважине и оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий.

Павильон устанавливается на подготовленном основании, выровненном и укрепленном слоем щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона, м, состоит из следующих составляющих:

$$H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3, \quad (2.15)$$

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, 1,752 м длина насоса;

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

0,3 м – расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_n = 0,5 + 0,8 + 0,5 + 1,752 + 0,5 + 0,3 = 4,35 \text{ м}$$

Высота верхнего строения определяется с учётом строительного высотного шага, равного 0,3м. Исходя из этого, высота павильона будет равна

$$H_n = 4,35 + 0,15 = 4,5 \text{ м}$$

### Выбор арматуры

В зависимости от выбранной марки насоса производится выбор запорной арматуры. Согласно диаметру напорного трубопровода, принимаем задвижку марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” ЗС 200.16.4310. Технические характеристики задвижки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики задвижки марки ЗС 150.16.4310

Диаметр, мм	Строительная высота, мм	Строительная длина, L, мм	Масса, кг	Температура рабочей среды,	Материал корпуса
-------------	-------------------------	---------------------------	-----------	----------------------------	------------------

	Н, мм			°С	
200	1015	419	110	до +425	сталь

Для соединения двух участков труб различных диаметров используем муфту. Для перехода труб с 150 мм на 200 мм выбираем переходную муфту марки MRIV 150x200. Или можно использовать сальниковое соединение.

Обратный клапан исключает обратный поток воды в системе и является обязательным элементом в системе водоснабжения. Выбираем клапан марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” КО 200.16.3312. Технические характеристики клапана приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики клапана марки КО 200.16.3312

Ду, мм	Н, мм	L, мм	Давление рабочей среды, МПа	Температура рабочей среды, °С	Масса, кг
200	350	500	1,6	до + 425	108

Манометр подбирается по диапазону давлений в системе и служит для её гидравлической настройки и визуальному контролю за текущим давлением в системе водоснабжения. Выбираем манометр марки ТМ-510Р.00. (0–0,6Мра) G1/2.150С.1,5. Технические характеристики манометра приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.5 – Технические характеристики манометра ТМ-510Р

Диаметр корпуса, мм	А	б	Н	SW	Резьба присоединения	b <sub>1</sub>	Вес, кг
100	14	36	79	22	G1/2	70	0,380

Для гидроизоляции скважины от сточных и талых вод, а также для изоляции от посторонних предметов и промерзания скважины, устанавливаем кессон. По форме кессоны бывают круглыми, квадратными и прямоугольными. Изготавливают их из различных материалов: стали,

железобетонных колец или пластика. Скважинный кессон – это цилиндрический или квадратный короб, установленный над скважиной. Кессон – это большая водонепроницаемая бочка с горловиной. Выбираем марку кессона POLEXKESSON 12/25. Габаритные размеры – 2000 × 3000 мм.

### **3 Современные локальные установки водоподготовки для птицефабрики**

Вода каждого источника водоснабжения имеет индивидуальный химический состав. Это обусловлено географическим расположением источника, глубиной залегания эксплуатируемого водоносного пласта и составом слагающих его пород. Природная вода крайне редко соответствует нормам питьевого водоснабжения, а тем более требованиям, предъявляемым производителями производственного оборудования. Использование неподготовленной воды неизбежно приводит к увеличению затрат, в том числе на защиту здоровья, а также снижается производительность птиц.

#### **3.1 Расчет напорного фильтра**

Подземные воды Емельяново имеют повышенное содержание железа 3,7 мг/л, что превышает ПДК в 12 раз.

К традиционным методам обезжелезивания воды относятся: окислительное обезжелезивание, аэрация, окисление двухвалентного железа с добавлением сильных окислителей, осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом, каталитическое окисление с фильтрацией, ионообменный метод удаления железа, обезжелезивание мембранными методами, биологическое обезжелезивание, обратный осмос, ультрафильтрация, нанофильтрация.

В качестве водоочистки от железа на данном водозаборе установлен напорный фильтр с загрузкой.

Определение площади фильтра. Площадь напорного фильтра, м<sup>2</sup>, определяют по формуле

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

где  $Q_{\text{сут}}$  – производительность фильтра (полезная) в м<sup>3</sup>/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 · м<sup>2</sup> и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

$w_2$  и  $t_2$  – интенсивность подачи воды в л/сек · м<sup>2</sup> и продолжительность в ч воздушной промывки;

$w_3$  и  $t_3$  – интенсивность в л/сек · м<sup>2</sup> и продолжительность отмывки в ч;

$t_4$  – продолжительность простоя фильтра из-за промывки в ч.

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами  $Q_{\text{сут}} = 11400$  м<sup>3</sup>/сутки, или  $Q_{\text{час}} = 475$  м<sup>3</sup>/час:

$$F = \frac{740,26}{24 \cdot 10 \cdot 3,6 \cdot 2 \cdot (8 \cdot 0,017 + 4 \cdot 0,083 + 8 \cdot 0,034) + 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 3,25 \text{ м}^2$$

Определим количество напорных фильтров, шт, по формуле

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

где  $F$  – площадь напорного фильтра по расчетам, м<sup>2</sup>;



$f$  – площадь одного напорного фильтра  $f=7,1 \text{ м}^2$ , таблица 47 [22].

$$N \approx \frac{3,25}{7,1} \approx 0,46 \text{ шт}$$

Принимаем 1 рабочий фильтр и один резервный (если количество рабочих фильтров больше 10 то должно быть 2 резервных фильтра).

Первый этап очистки заключается в фильтровании через окислительную загрузку *Вігм*, расчетная эффективность которой – 75 %. *Вігм* – синтетическая фильтрующая загрузка, которую используют удаления растворенного в воде железа. *Вігм* играет роль катализатора реакции окисления соединений железа кислородом воздуха, которым вода насыщается при предварительной аэрации. Продукты окисления железа осаждаются на гранулах загрузки. Физические свойства материала обеспечивают качественную фильтрацию, загрузка легко очищается от осажденных частиц путем обратной промывки. В процессе удаления железа *Вігм* не расходуется, что делает его достаточно экономичным материалом. Другим преимуществом *Вігм* является: относительно продолжительный срок службы, низкая истираемость, широкий температурный диапазон использования. В отличие от других фильтрующих загрузок *Вігм* не требует химических реагентов для восстановления.

После данной фильтровальной установки вода поступает на блок рефайнеров.

### **3.2 Расчет рефайнера**

Рефайнеры – это комплексные специализированные автоматические системы умягчения и очистки воды, содержащей высокие концентрации хлора и солей жесткости. Снижение содержание этих веществ обеспечивается с помощью современных наполнителей, не требующих применения агрессивных химических реагентов.

Подземные воды Емельяново имеют повышенное содержание солей жесткости 17,5 мг-экв/л, что превышает ПДК в 2,5 раз.

Наиболее распространенными являются рефайнеры серий EcoWater. Рефайнеры серий EcoWater благодаря современным технологиям водоочистки практически полностью избавляют воду от различных примесей. Фильтрация воды с помощью таких рефайнеров абсолютно безопасна, так как технология очистки воды с их помощью не предусматривает необходимости использования агрессивных химических реагентов. Рефайнер EcoWater показан на рисунке 4.3.



Рисунок 3.1- Рефайнер EcoWater

Высокая эффективность рефайнеров EcoWater объясняется использованием наполнителя с уникальными свойствами. В качестве рабочего материала применяется ионообменная смола, изготовленная компанией Rohm&Haas. Благодаря небольшим размерам крупинок наполнителя, обмен катионами проходит в несколько раз быстрее, чем в фильтрах, работающих с другими смолами. Важно отметить, что рабочий материал в рефайнерах EcoWater является двухкомпонентным. Загрузка в этих системах на 20%

состоит из активированного коксового угля, потому рефайнеры способны избавить воду от неприятного запаха и привкуса. Регенерация рабочего материала проходит по уникальной схеме, запатентованной компанией EcoWater. Благодаря тому, что поток соляного раствора, применяемого для восстановления смолы, проходит в направлении, обратном стандартному ходу воды, рефайнеры завершают цикл регенерации намного быстрее и эффективнее других водоочистителей.

Так же, рефайнеры этой серии имеют и ряд общих характеристик, в основном касающихся строения и показателей безопасности. Корпус рефайнеров выполнен из полиэтилена, армированного стекловолокном с антикоррозийными свойствами. Уникальные показатели надежности обеспечиваются высокой эффективностью работы шести- и восьмипозиционных клапанов. Важно отметить, что рефайнеры EcoWater полностью автоматизированы и частично энергонезависимы – все настройки и собранные данные после отключения питания сохраняются в памяти системы до 48 часов.

Общие характеристики: полнопроходное подсоединение диаметром 1", минимальное гидравлическое сопротивление системы, точная установка времени для контроля регенерации, экономный расход реагента для регенерации, надежный шести/восьми - позиционный двухдисковый тефлоновый клапан, регенерация восходящим потоком раствора реагента, безопасное электропитание 24В, 50Гц. Типы наполнителей: рабочий материал – гранулированный кокосовый уголь и двухкомпонентные ионообменные смолы (Rohm&Naas); подложка – очищенный кварц; регенерирующий агент – поваренная соль.

В таблице 3.1 представлены технические характеристики рефайнера EcoWater ERR.

Таблица 3.1 – Технические характеристики рефайнера EcoWater ERR.

Параметры	EcoWater ERR
-----------	--------------

Жесткость воды макс. (мг-экв/л)	18
Раб.поток макс. (м3/час) / падение давления (бар)	1,8/0,8
Емкость макс. (мг/экв)	37200
Рабочее давление (бар)	1,4-8,7
Рабочая температура (°С)	1-37
Емкость солевого танка (кг)	110
Расход воды (л) / время (мин) на регенерацию	170/90
Кол-во гравия (кг)	3,6

Расчет количества рефайнеров, шт:

$$N_p \square \frac{Q_{общ}}{Q_p}, \quad (3.3)$$

где  $Q_{общ}$  – общий расход, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_p$  – расход рефайнера, м<sup>3</sup>/сут.

$$N_p \square \frac{740,26}{43,2} \square 17,14 \square 18шт$$

Эффективность очистки рефайнера приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2-Расчет эффективности рефайнера

Исходная концентрация (мг-экв/л)	Конечная концентрация (мг-экв/л)	Эффективность очистки, Э, %
18	0,36	98%
17,5	0,35	98%

### 3.3 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды

Самый распространенный способ обеззараживания воды в настоящее время – хлорирование. Но, этот способ не свободен от ряда недостатков. Токсичность хлора требует особых мер предосторожности при его хранении, транспортировании, дозировании. Необходим постоянный контроль за дозой хлора.

Обеззараживающее действие хлора является не мгновенно, а требует двухчасового контакта воды с хлором. Хлор действует только на вегетативные виды бактерий; спорообразующиеся бактерии при обычных дозах хлора не погибают. Из-за всех этих недостатков хлорирования, рекомендуются введение в эксплуатацию на промышленных объектах – бактерицидных облучателей. Этот способ полностью автоматичен, не требует введения в воду дополнительных реагентов, не влияет на органолептические свойства воды и действует не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать в промышленный цикл.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами.

Расход электроэнергии на обеззараживание 1 м<sup>3</sup> воды из подземных источников бактерицидным излучением, составляет до 15 Вт·ч.

Основными факторами, влияющими на процесс обеззараживания воды бактерицидными облучателями, являются: а) бактерицидный поток используемых источников облучения; б) поглощение излучения водой; в) сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Для обеззараживания воды могут быть использованы аргоно-ртутные лампы низкого давления, типа БУВ-30 и БУВ-60П, ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК-7 и РКС-2,5.

Характеристика ламп для бактерицидного облучения дана в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Характеристика ламп для бактерицидного облучения

Тип лампы	Потребляемая мощность электрической энергии, Вт	Номинальная мощность лампы Вт/ч	Напряжение, В		Сила тока на лампе, А	Бактерицидная облученность, мкВт/см <sup>2</sup> ·м	Бактерицидный поток в лампе, Вт	
			В сети	На лампе			Номинальный	Расчетный
БУВ-15	19	15	127	57	0,3	12	1,2	0,8
БУВ-30	36	30	220	110	0,32	30	3,2	2
БУВ-30П	38	30	127	46	0,65	21	2,5	1,7
БУВ-60П	72	60	220	100	0,65	100	6	4
ПРК-7	1000	1000	220	135	8	-	50	35
РКС-2,5	2500	2500	220	850	3,4	-	125	50-75

### 3.4 Установки с источниками бактерицидного излучения.

Применение бактерицидного излучения для обеззараживания воды возможно, как при размещении этих источников в воздухе над свободной поверхностью облучаемой воды, так и при погружении их в воду в кварцевых чехлах, защищающих их от влияния температуры воды. Установки для обеззараживания воды делятся на два типа: с не погруженными и погруженными источниками бактерицидного излучения. Нами будет использована установка с погруженным источником бактерицидного облучения.

В конструктивном отношении она представляет собой несколько последовательно соединенных герметических камер, в которых размещены несколько бактерицидных ламп в кварцевых чехлах. Эти установки предназначены для обеззараживания воды в напорной системе водопроводов с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп. Лампы

размещены в кварцевых чехлах. Внутри каждой камеры находится по четыре перегородки, при помощи которых вода дважды приближается к источнику бактерицидного излучения, занимающему центральную часть камеры. Установка при помощи переходных патрубков присоединяется к напорному трубопроводу.

Каждая секция производительностью 30 м<sup>3</sup>/час состоит из последовательно соединенных камер (от 2 до 5, в зависимости от расчета). В данной работе принимаем две камеры – УДВ-3А300Н-10-100, соединенных в одну секцию.

Технические характеристики бактерицидного облучателя приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

Наименование показателей	Единица Измерения	Значение
1	2	3

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
Тип воды		Вода из подземного источника
Производительность установки	м <sup>3</sup> /ч	53
Доза УФ облучения	мДж/см <sup>2</sup>	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	см. вод.ст.	49
Минимальный и максимальный расходы	м <sup>3</sup> /ч	6.80
Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	мм	100
Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	1(10)
Разрежение в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	-0,01 (-0,1)
Тип лампы		ДБ 300Н

Количество ламп в камере	шт	3
Срок службы лампы, не менее	ч	12000
Напряжение питания	В	220±10%
Коэффициент мощности, не менее		0,96
Габариты: – камера обеззараживания – пульт управления – насос промывочный	мм	1231x351x388 600x252x800 512x210x345
Объем камеры обеззараживания	дм <sup>3</sup>	22

УФ-облучатель изображен на рисунке 3.2.

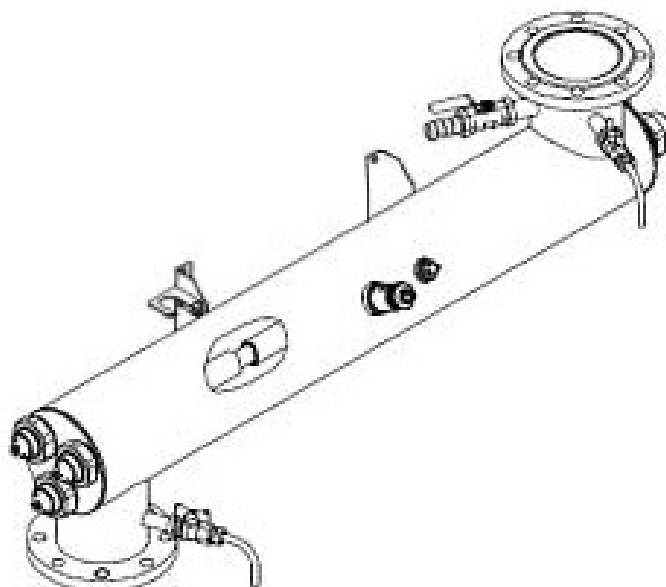


Рисунок 3.2 – УФ-облучатель УДВ-3А300Н-10-100

### 3.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.

Расчетный бактерицидный поток, Вт, рассчитывается по формуле



$$F_{\sigma} \approx \frac{Q_v \alpha k \log\left(\frac{P}{P_0}\right)}{1563,4 \eta_n \eta_0}, \quad (3.4)$$

где  $Q_v$  – расчетный расход обеззараживаемой воды в м<sup>3</sup>/ч;

$\alpha$  – коэффициент поглощения облучаемой воды см<sup>-1</sup>, для грунтовых вод 0,15см<sup>-1</sup>.

$k$  – коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

$P_0$  – количество бактерий в 1 л воды до облучения, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу  $P_0=1000$  ед/л;

$P$  – количество бактерий после облучения, не более 3ед/л;

$\eta_n$  – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником погружения 0,9;

$\eta_0$  – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

$$F_{\sigma} \approx \frac{30,84 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \log\left(\frac{3}{1000}\right)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} \approx 23,01 \text{ Вт}$$

Потребляемое количество ламп определяем по формуле

$$n \approx \frac{F_{\sigma}}{F_l}, \quad (3.5)$$

где  $F_l$  – расчетный бактерицидный поток ламп после 4000-5000 ч горения, Вт.

$$n \approx \frac{23,01}{4} \approx 5,75 \approx 6 \text{ шт}$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды, Вт·ч/м<sup>3</sup>, вычисляется по формуле

$$S \approx \frac{N \cdot n}{Q_v}, \quad (3.6)$$

где  $N$  – мощность, потребляемая одной лампой, Вт·ч;

$n$  – количество ламп, шт.

$$S \approx \frac{60 \cdot 6}{30,84} \approx 11,67 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$$

Эффективность очистки предложенной схемы водоподготовки составляет 96-98,9%.

Предлагаемая схема считается высоко эффективной и экономически выгодной.

### 3.6 Установка для насыщения воды кальцием

Содержание кальция в питьевой воде для птиц должно быть определенной нормы. Доза кальция, необходимая для птиц, равна 40 мг/л в сутки. Кальций необходим птице для построения скелета, скорлупы яйца, клюва и когтей, для нормального функционирования нервной системы, свертывания крови, активации ферментов и гормонов.

При недостаточном количестве кальция у птенцов происходит нарушение развития – кости становятся недостаточно минерализованными, мягкими и деформируются под собственным весом (рахит), а у взрослых птиц

наблюдаются нарушение яйцекладки, изменение структуры яичной скорлупы и остеопороз, в результате кости становятся хрупкими и ломкими. Продолжительная недостаточность кальция у самок обуславливает раннюю гибель зародышей. Поэтому необходимо подавать кальций в воду в определенном количестве.

Простой способ, который поможет предотвратить нехватку кальция, введение кальция через систему поения при помощи дозатора. Дозатор обеспечивает пропорциональное непрерывное всасывание кальция, а затем перемешивает его с водой в заданном соотношении и направляет полученный раствор далее по сети. В качестве растворимого в питьевой воде высококачественного источника кальция можно применить Calci-Lux (фирма Орлюкс) содержит лактат кальция и глюконат кальция.

Использование дозатора дает следующие преимущества:

- приводится в действие потоком воды и не требует электричества;
- позволяет легко и точно изменять дозировку кальция;
- доза кальция строго пропорциональна количеству воды, проходящей через кальцинатор.

Наиболее востребованна модель D25RE2 с диапазоном от 0,2 до 2 процентов.

Таблица 3.5 – Технические характеристики DOSATRON D25RE2

Производительность, л/ч	Рабочее давление, атм	Диапазон дозирования	Примечание
10-2500	0,3-6	0,2-2%	Наиболее популярная модель для птицефабрики

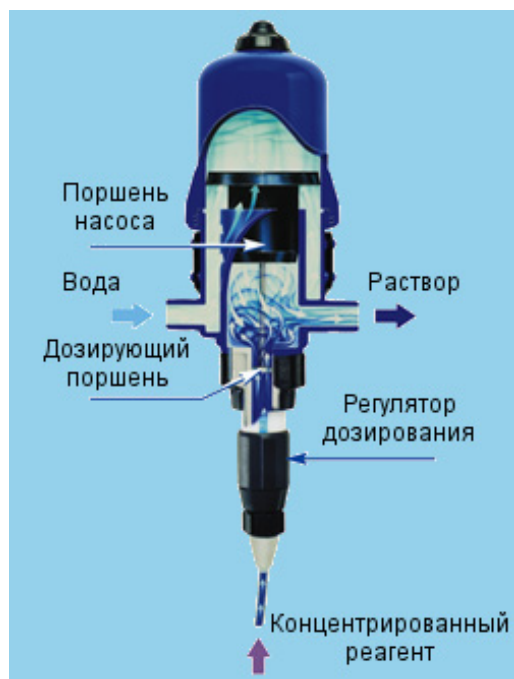


Рисунок 3.3 – Кальцинатор DOSATRON D25RE2

#### 4 Технологическая схема водоподготовки

Схема водоподготовки включает следующие процессы: фильтрация, умягчение и обеззараживание на УФ-установке.

##### 4.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В результате водоподготовки происходит воздействие на водный объект за счет изъятия воды путем бурения скважины.

При сооружении скважин применяем установку роторного бурения УРБ-3а3. Роторное бурение получило большое распространение за счет высоких скоростей проходки и возможности бурить на большую глубину.

Самоходная буровая установка разведочного бурения УРБ 3А3 предназначена для бурения роторным способом в породах мягкой и средней твердости различного назначения скважин, в том числе – для водоснабжения.

Бурение скважины ведется долотом с прямой промывкой забоя буровым раствором (глинистым или водогипановым). При прямой схеме промывки поток жидкости нагнетается в скважину по бурильным трубам, проходит внутри забойного инструмента, омывает забой и по стволу скважины возвращается на поверхность. При этом часть жидкости не выходит на поверхность через устье скважины, а уходит в толщу пород. При таком способе промывки забоя не выделяется пыль, то есть не происходит загрязнения атмосферы пылевыми выбросами. При данном способе образуется шлам (разрушенная порода), которая непрерывно выносится из скважины восходящим потоком промывочной жидкости. Он относится к 4 классу опасности и используется для рекультивации земель.

Буровая установка УРБ-ЗА3 имеет высокую производительность, простоту в управлении, надежность, удобство в обслуживании и ремонте. При относительно низкой цене обслуживания.

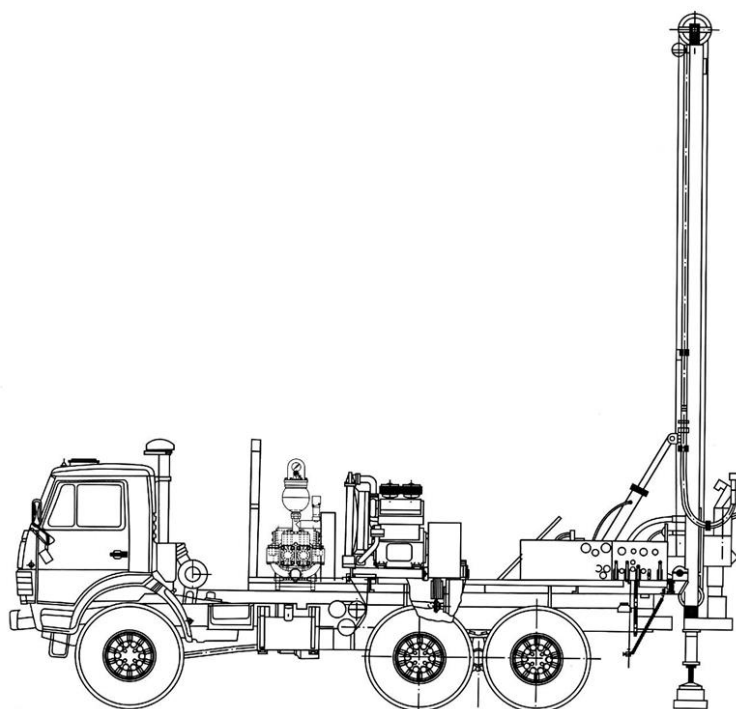
Буровая установка УРБ-ЗА3.13 устанавливается на шасси Урал-4320. Крутящий момент на инструмент передается от автономного дизельного двигателя ЯМЗ-236.

Основное оборудование буровой установки УРБ-ЗА3.13: буровой блок (ротор, двухбарабанная лебедка, мачта, буровой насос НБ-50, генератор, вертлюг, манифольд) на шасси высокой проходимости Урал-4320; глиномешалка, рабочая площадка, рабочая труба, бурильный и спускоподъемный инструмент.

Таблица 4.1 – Технические характеристики буровой установки УРБ-За3

Параметр	Значение
Глубина бурения, м	до 700
Диаметр бурения (трубами d=73-89/60,3-63,5) начальный, мм	394/243
Диаметр бурения конечный, мм	190/93
Габариты в транспортном положении, мм	

УРБ-3А3.13	10010x2800x3750
Высота мачты, м	18,6



Риснок 4 – Буровая установка УРБ-3А3

#### 4.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух

Для обеззараживания воды применяется УФ-установка, не создающая выбросов в атмосферу.

#### 4.3 Расчет зон санитарной охраны

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 – 2280,17 м<sup>3</sup>/сут;

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

$n$  – пористость водовмещающих пород – 0,22;

$k_{\phi}$  – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 15 м/сут

Зоны санитарной охраны (далее ЗСО) предусматривают с целью обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности водозаборов. ЗСО делятся на три пояса:

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Предотвращает случайное загрязнение подземных вод и охватывает скважины с учетом перспективного развития. Он предназначен для защиты места водозабора от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. Определяется в зависимости от прилегающей территории, так как у нас вокруг лес, то границы первого пояса составляют 30 м во все стороны. Так же при использовании защищенных подземных вод.

Второй пояс ЗСО (зона ограничения или зона микробного загрязнения) – рассчитывается с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле

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

где  $Q_c$  – расход скважины, м<sup>3</sup>/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 0,22 м.

$$R_2 \approx \sqrt{\frac{2280,17 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} \approx 137,33 \text{ м}$$

Третий пояс ЗСО (пояс ограничения) – рассчитываем с учетом времени продвижения химического загрязнения воды до водозабора. Зависит от срока эксплуатации водозабора. Рассчитываем по формуле

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

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).

$$R_3 \approx \sqrt{\frac{2280,17 \cdot 9125}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} \approx 927,62 \text{ м}$$

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

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

где  $R_2$  – второй пояс ЗСО, м;

$R_3$  – третий пояс ЗСО, м.

$$R_{cp} \approx \frac{137,33 + 927,62}{2} \approx 532,48 \text{ м}$$



## 5 Эколого-экономическое обоснование

### 5.1 Расчет ущерба при изъятии воды из подземного источника

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 натуральных 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

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

где  $K_e$  – 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 и на 2017 г. 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. м<sup>3</sup>.

$$V_u \approx 1,36 \cdot 2,67 \cdot 9,3 \cdot (0,74026 \cdot 2) \approx 18248,91 \text{ тыс. руб.}$$

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*».

2 СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий»

3 Федеральный закон от 9 декабря 2016 года «О федеральном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов».

4 СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*.

5 Водный кодекс Российской Федерации (редакция, действующая с 31 октября 2016 года) № 74-ФЗ.

6 РДАПК 1.10.05.04-13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий»

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 СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».

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».

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 13 июля 2015 года).

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

14 <http://ru.grundfos.com/>

15 <http://www.emelyanovo24.ru/>

16 <http://птицефабриказаря.рф/>

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

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

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

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

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

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

23 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.

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

25 С.М.Шифрин «Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации, газоснабжения». – Л.: Стройиздат, - 1976. – 385 с.

26 Г.М. Басс «Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты».– Киев.: Издательское объединение «Высшая школа», 1977. – 152 с.

27 Фрог Б.Н., Левченко А.П. «Водоподготовка»: Учебное пособие для вузов. М.: Издательство МГУ, 1996 г., 680 с.

28 С.Е.Беликов «Водоподготовка»: справочник/Под. ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е.Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. - 240с.

29 Н.А. Плотников, В.С. Алексеев «Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод». – М.: Стройиздат, 1990. – 256 с.

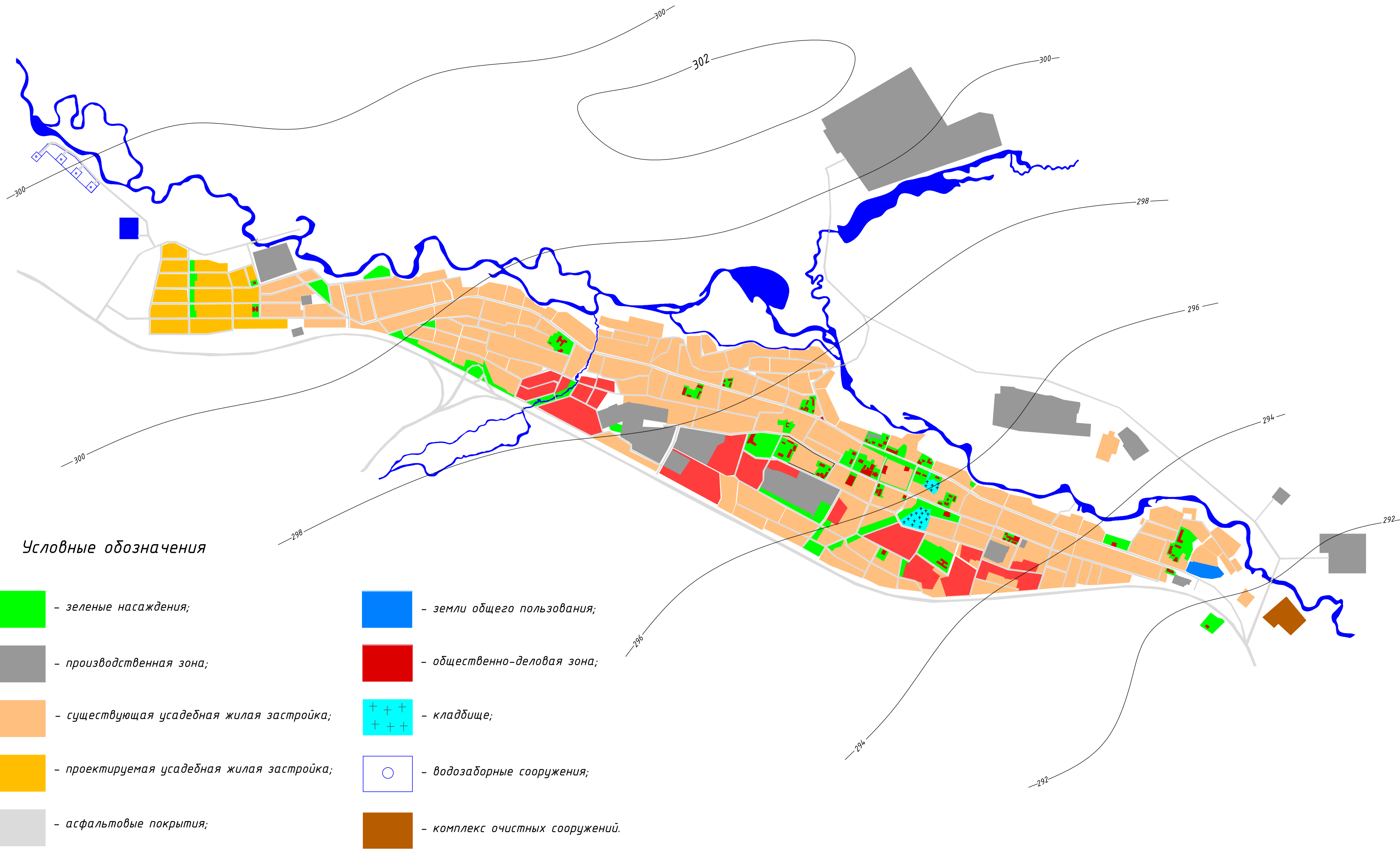
30 М.А Сомов «Водопроводные системы и сооружение». – М.: Стройиздат, 1988. - 399 с.

31 А.И Матюшенко «Водозаборы подземных вод»: – Красноярск, ИПЦ КГТУ, 2005. – 248 с.



# Генеральный план поселка Емельяново

## Масштаб 1:5000



### Условные обозначения

- |   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
|  | - зеленые насаждения;                      |  | - земли общего пользования;     |
|  | - производственная зона;                   |  | - общественно-деловая зона;     |
|  | - существующая усадебная жилая застройка;  |  | - кладбище;                     |
|  | - проектируемая усадебная жилая застройка; |  | - водозаборные сооружения;      |
|  | - асфальтовые покрытия;                    |  | - комплекс очистных сооружений. |
|  | - многоэтажная жилая застройка;            |   |                                 |

БР 20.03.02.06 - 2017					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	Фолд	Подпись	Дата
Разраб.	Шемелева				
Руководит.	Дубровская				
Разработка схемы водоснабжения пшцефабрики Емельяновского района Красноярского края				Стадия	Лист
					1
					7
Н. контр.	Дубровская	Генеральный план поселка Емельяново			Кафедра ИСЭИС
Заф. каф.	Скаш				



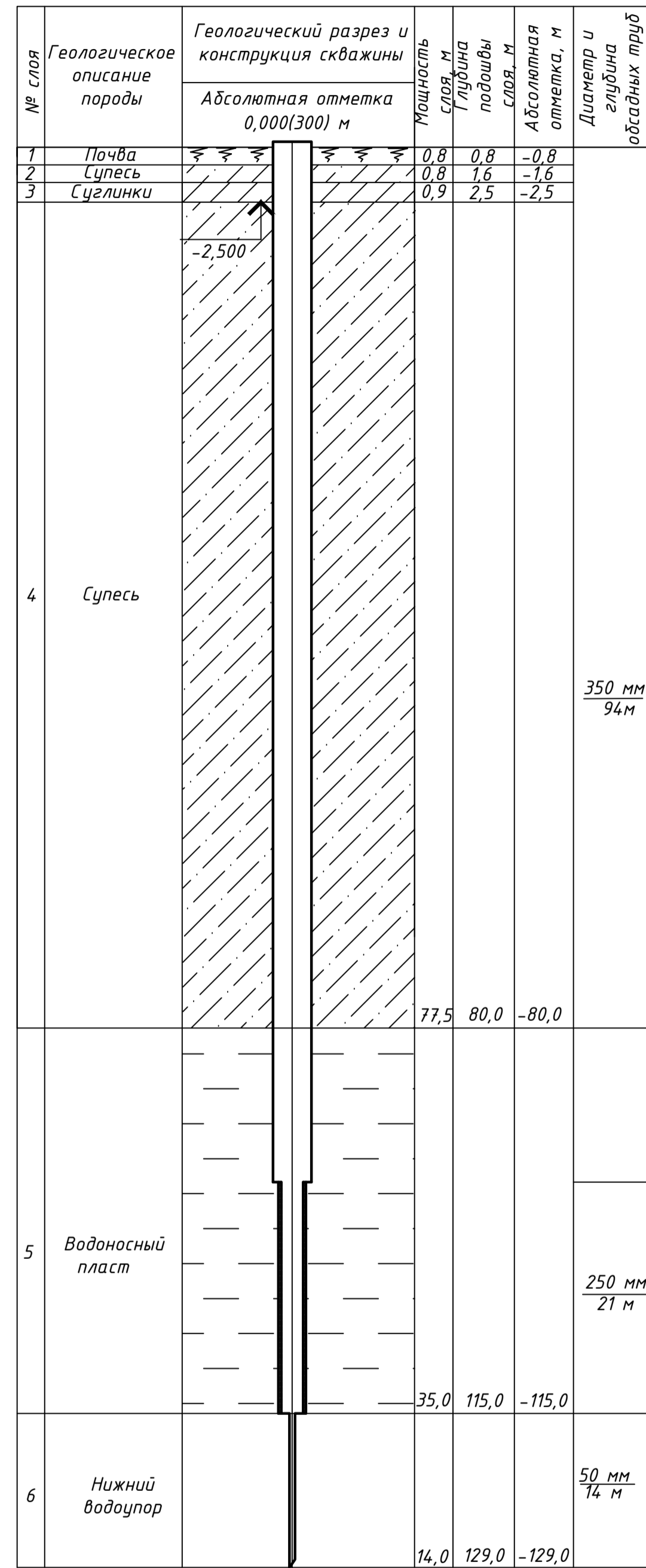
# Генеральный план птицефабрики

## Масштаб 1:1000

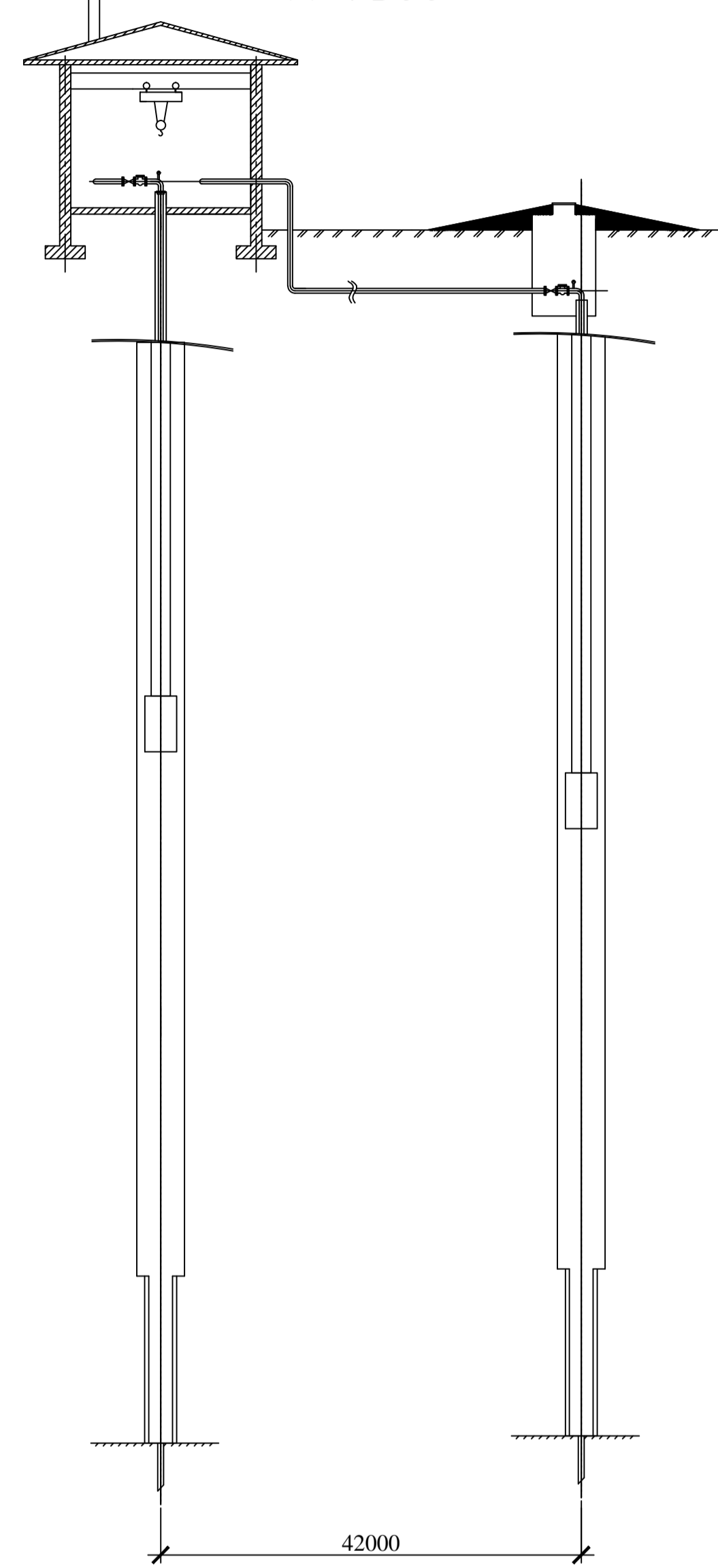


БР 20.03.02.06 - 2017					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч.	Лист	Ввод	Подпись	Дата
Разраб.	Щемелева				
Руководит.	Дубравская				
Разработка схемы водоснабжения птицефабрики Емельяновского района Красноярского края				Стадия	Лист
					2 7
Генеральный план птицефабрики				Кафедра ИСЭИС	
Н. контр.	Дубравская				
Заф. каф.	Скаш				

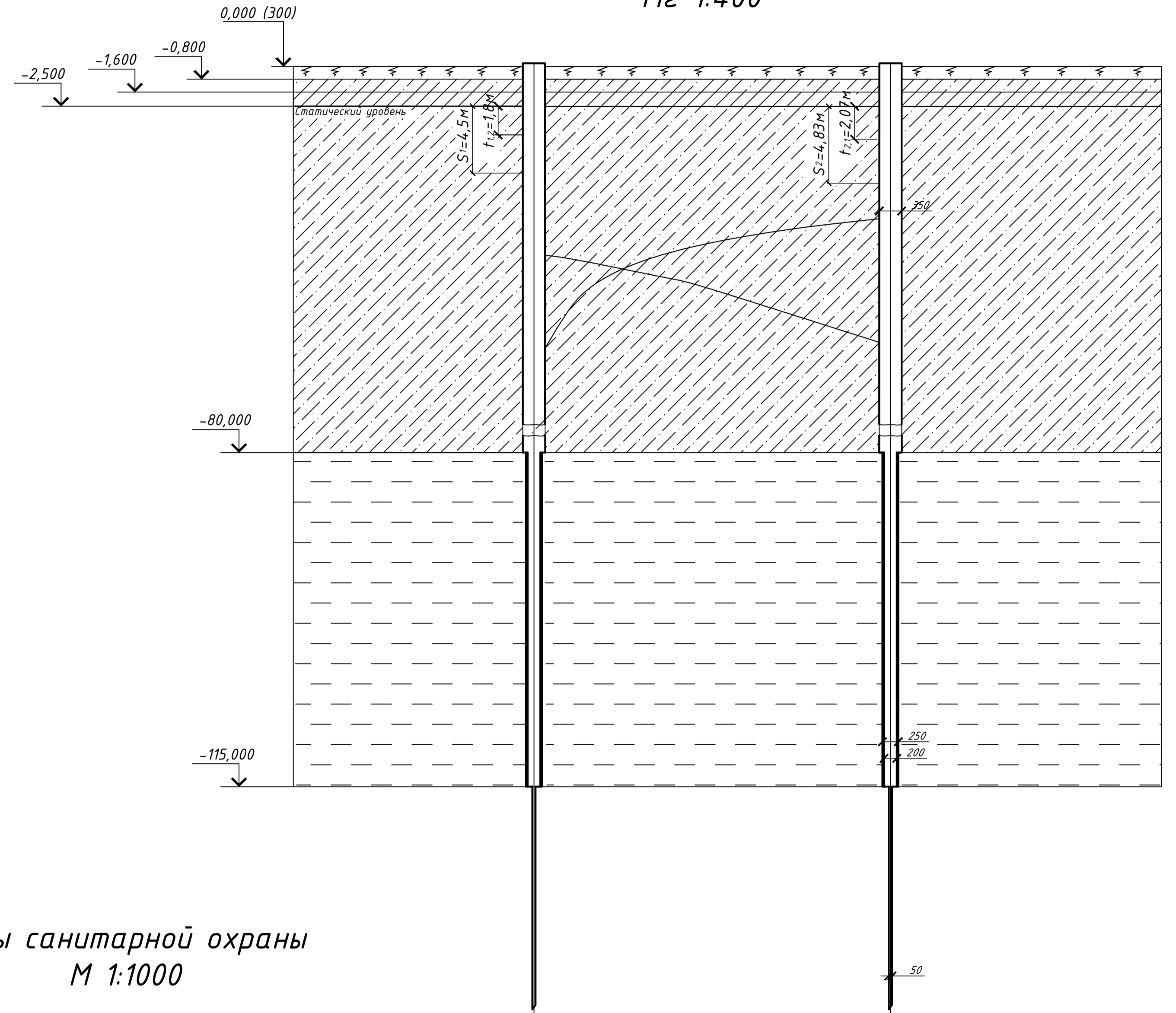
Геолого-технологический  
разрез скважины  
М 1:400



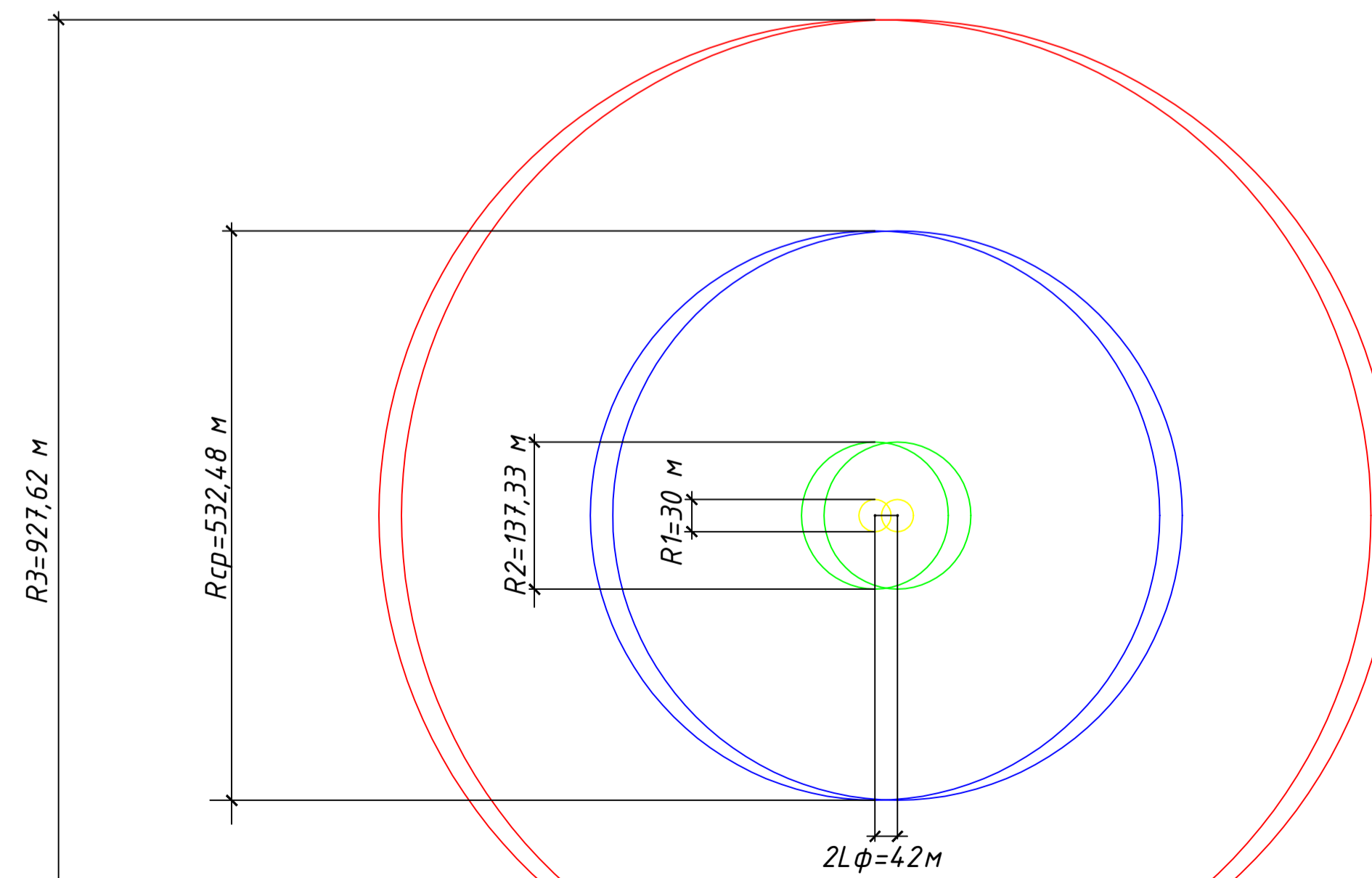
Профиль водозаборного сооружения  
М 1:500



Влияние группового расположения скважин  
Мв 1:200  
Мг 1:400



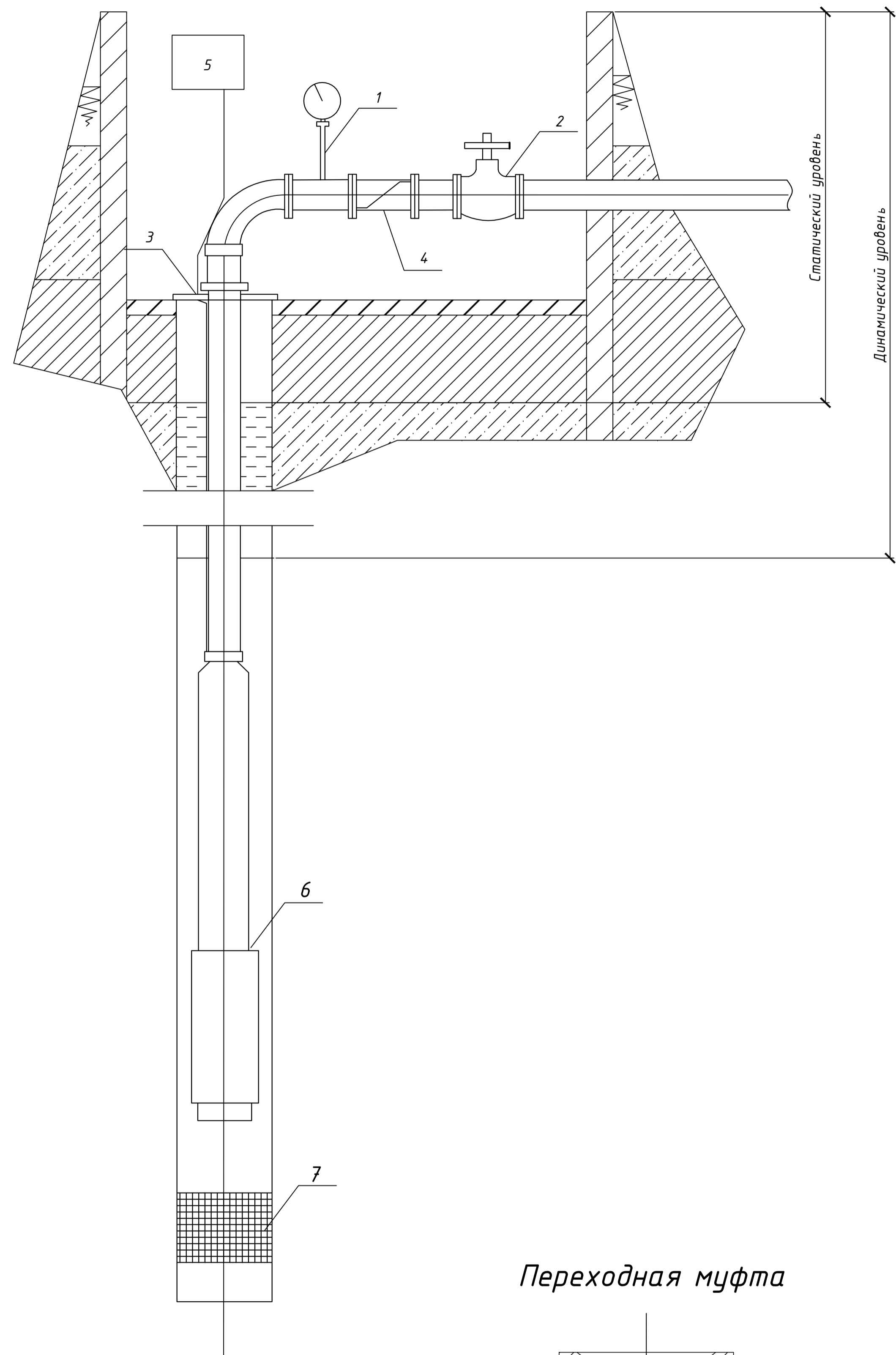
Зоны санитарной охраны  
М 1:1000



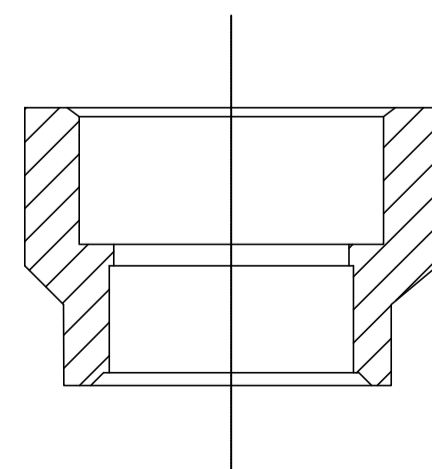
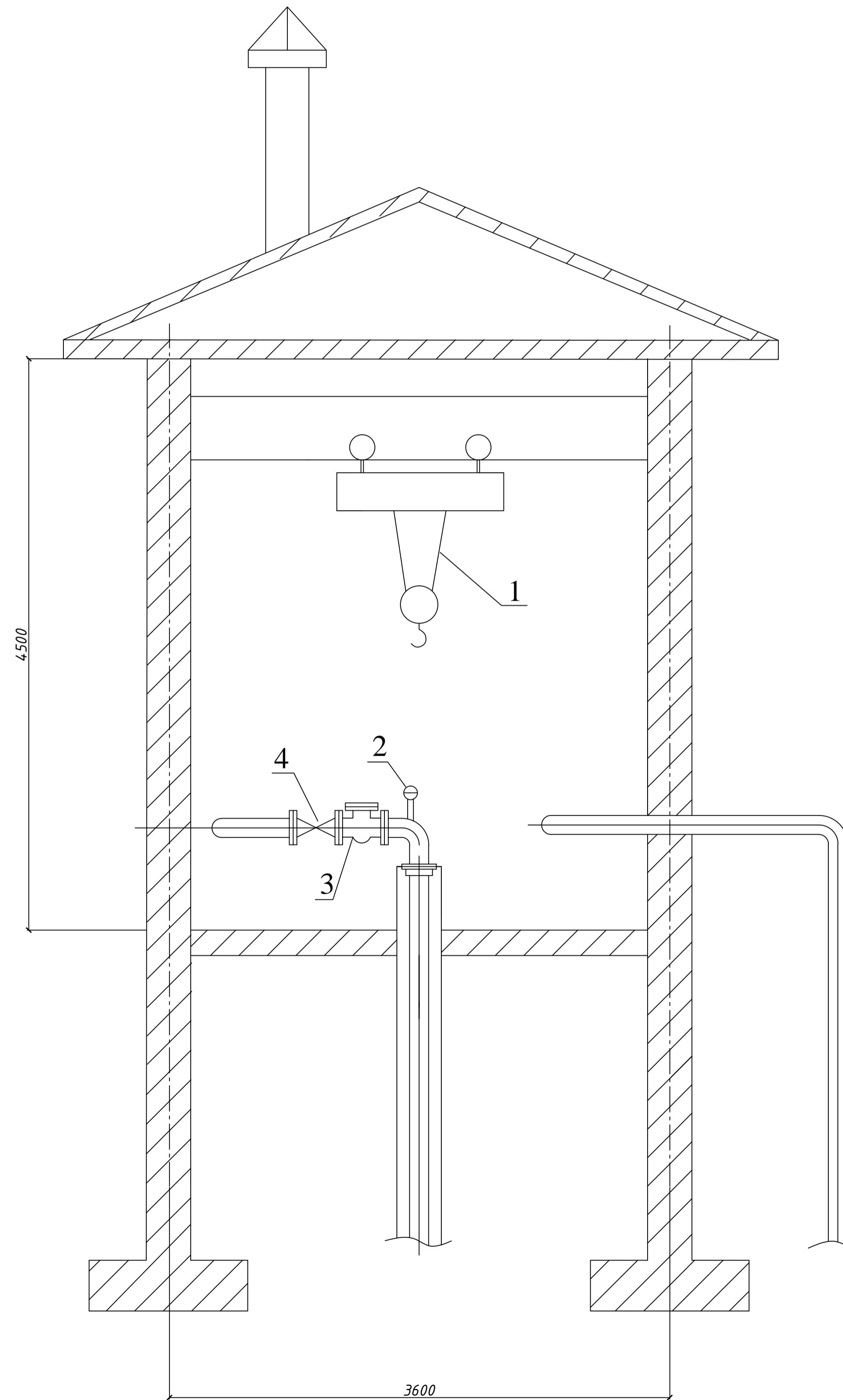
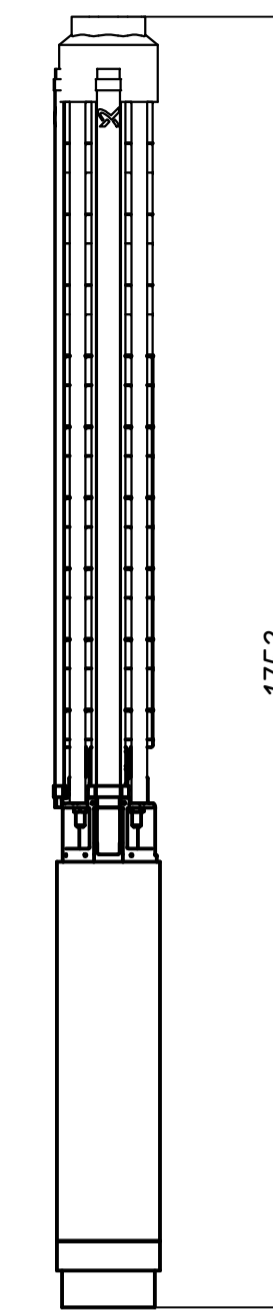
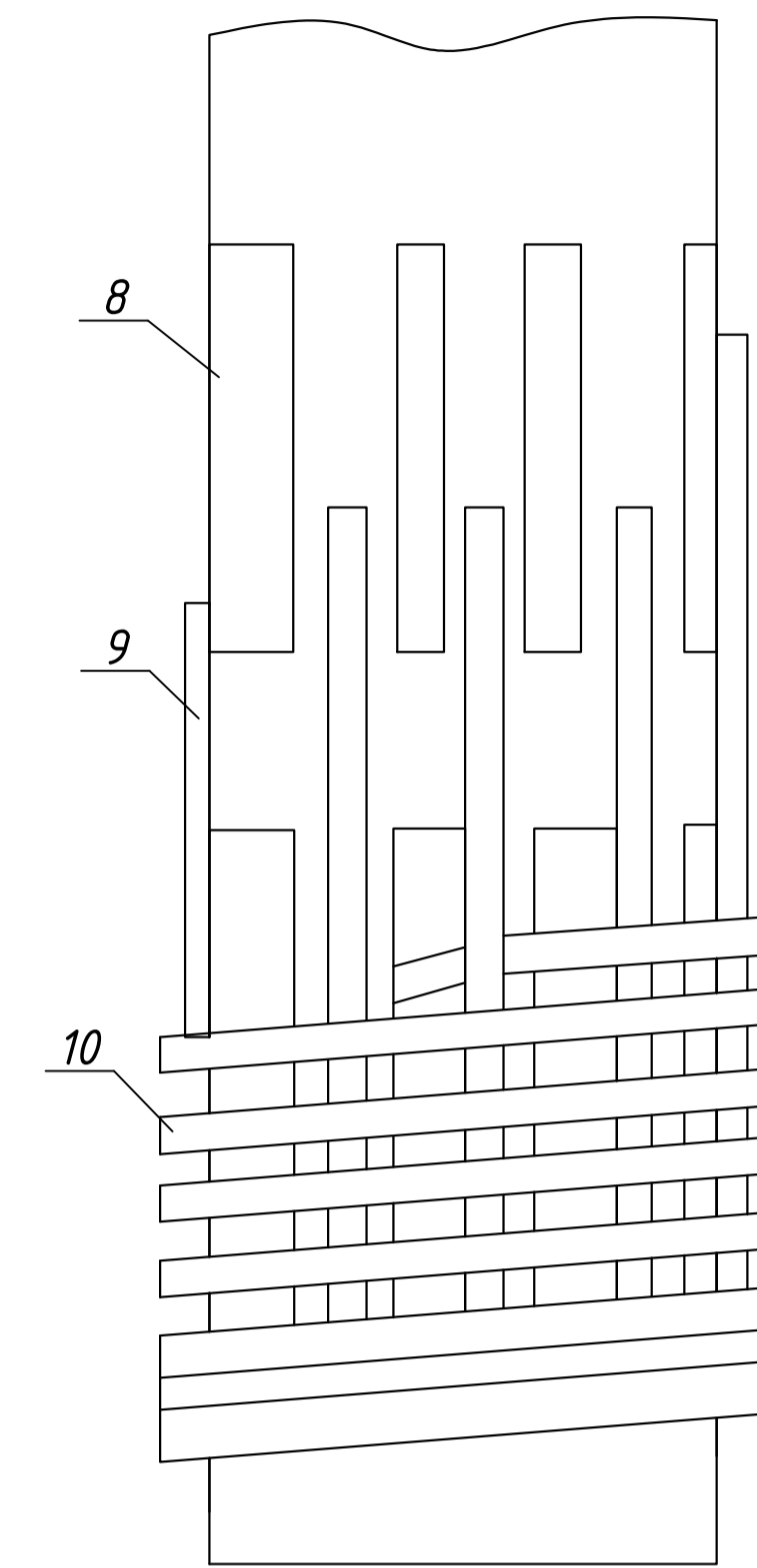
БР 20.03.02.06 - 2017				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч	Лист	Подпись	Дата
Разраб.	Шемелева			
Руководит.	Дубровская			
Разработка схемы водоснабжения пшцефабрики Емельянского района Красноярского края			Стадия	Лист
				3
			Листов	7
Профиль водозаборного сооружения; Геолого-технологический разрез скважины; Влияние группового расположения скважин; Зоны санитарной охраны			Кафедра ИСЭиС	
Н. контр.	Дубровская			
Заф. каф.	Евков			



## Аппаратурное оформление устья скважины



Переходная муфта

Конструкция павильона  
М 1:25Насос SP 30-9  
М 1:10Фильтр с ребристой  
водоприемной поверхностью  
М 1:100

## Экспликация павильона

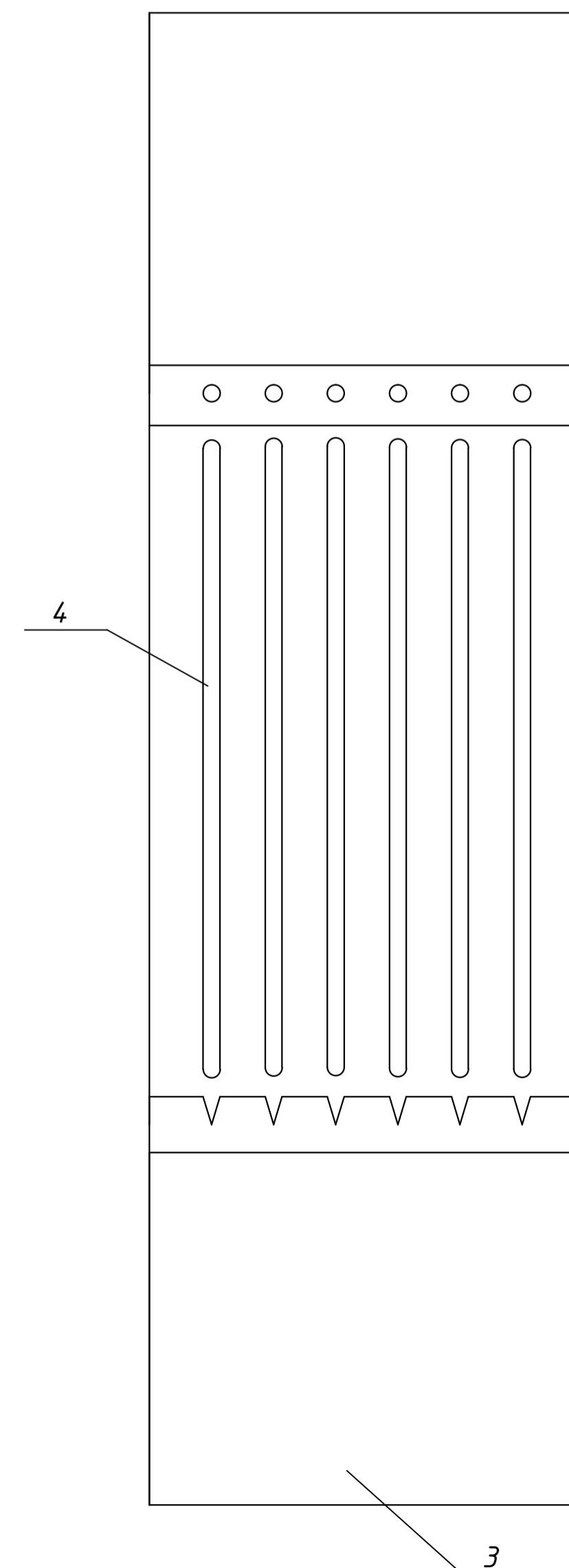
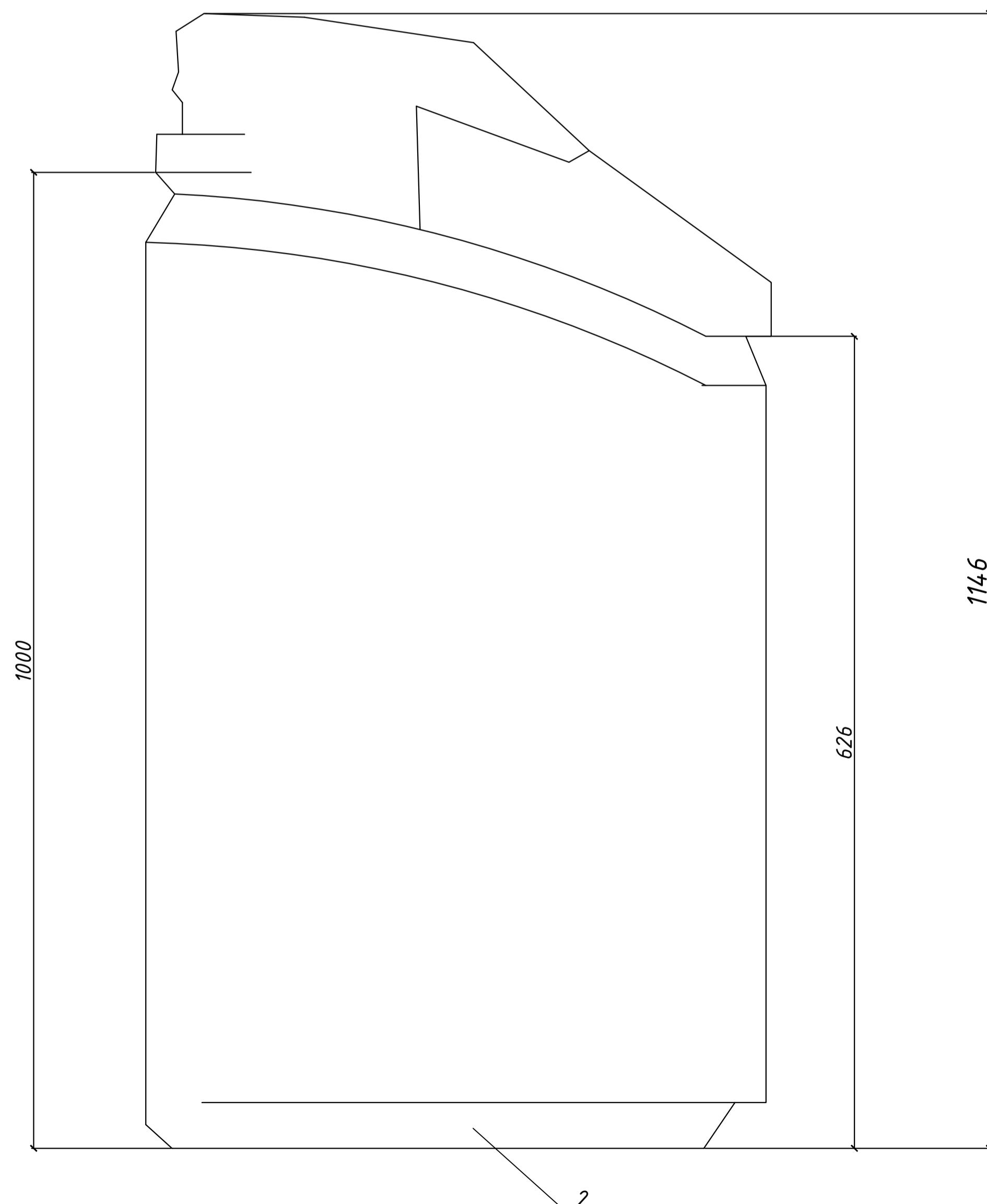
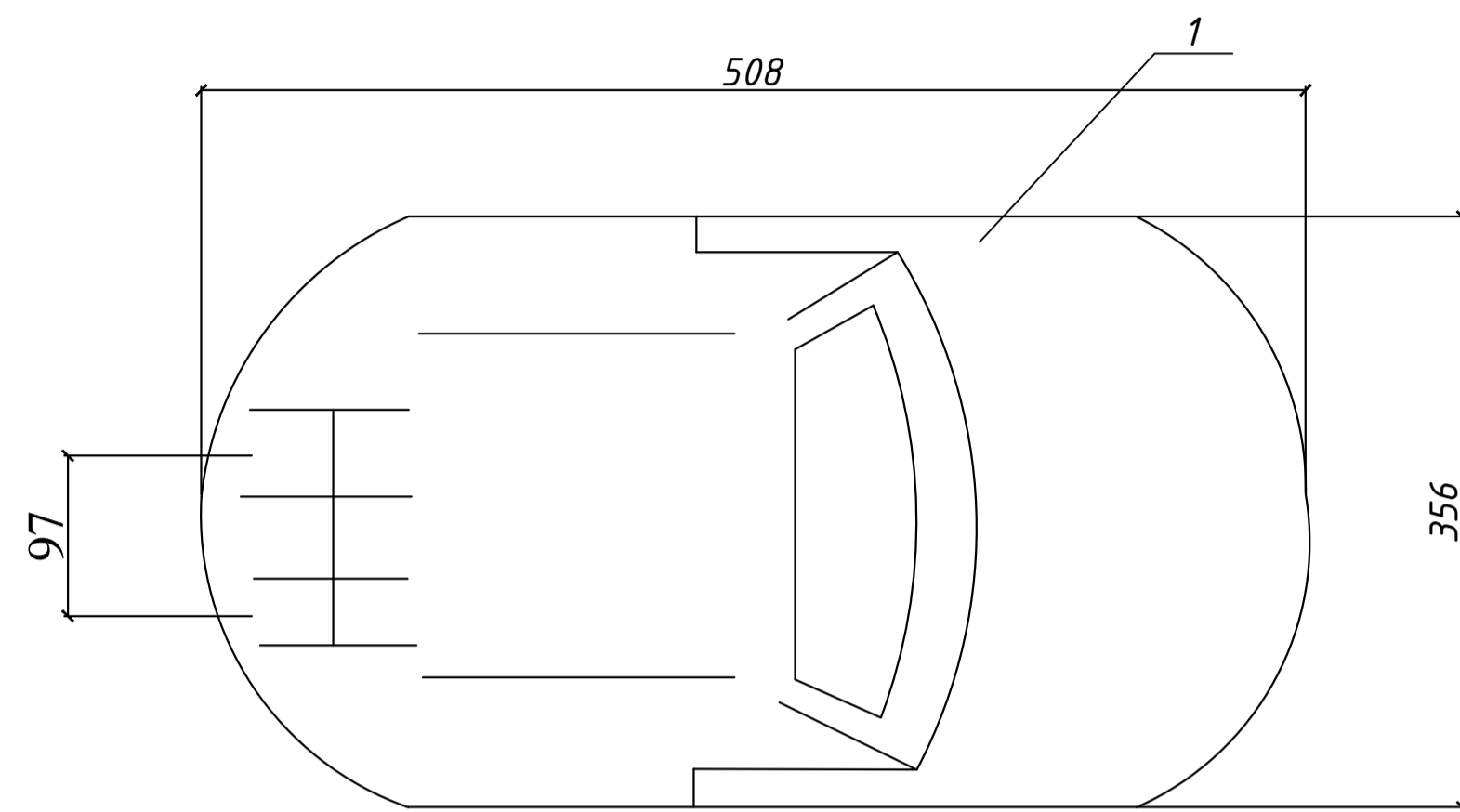
№	Наименование
1	Электрическая таль
2	Манометр
3	Клапан обратный
4	Задвижка

## Экспликация оборудования скважины

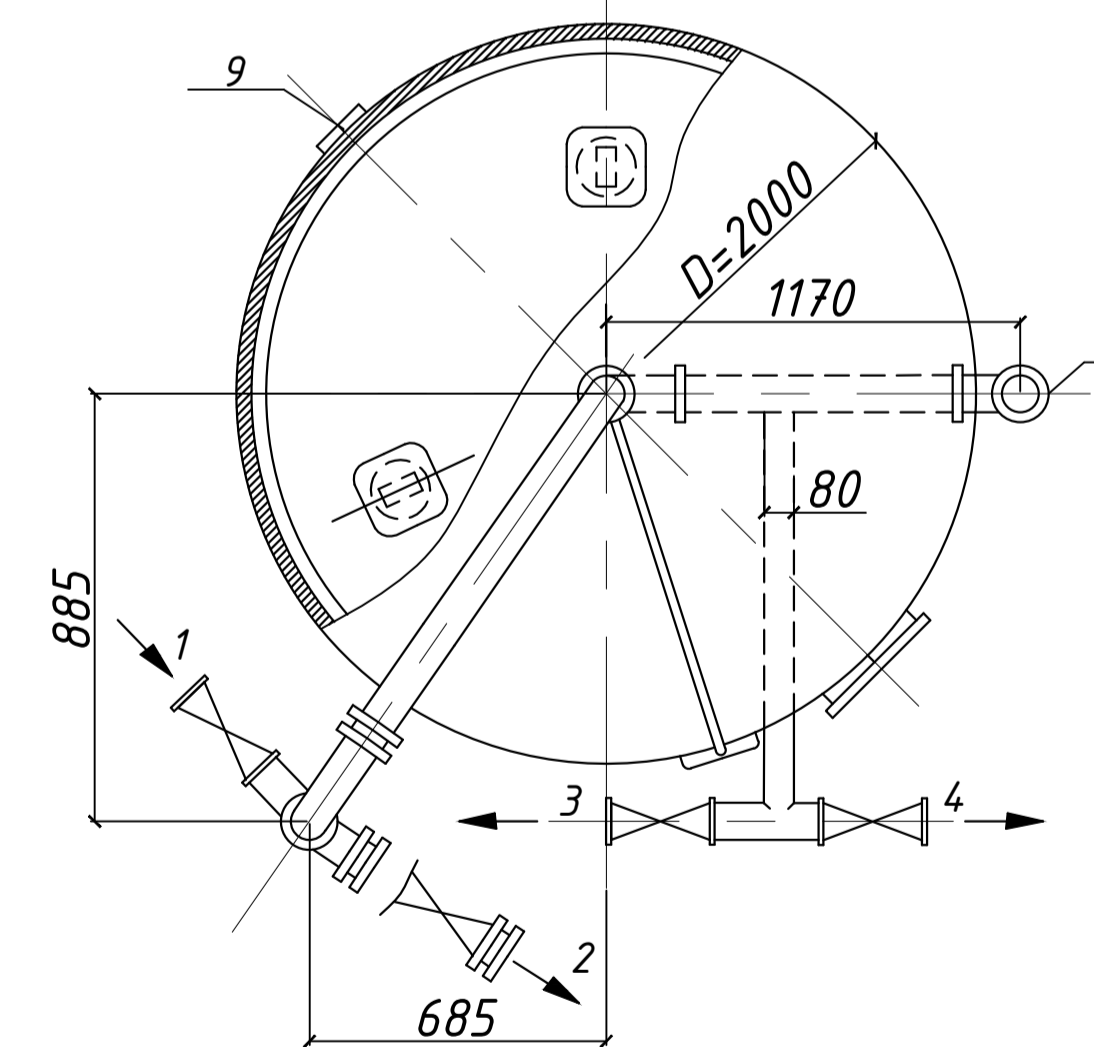
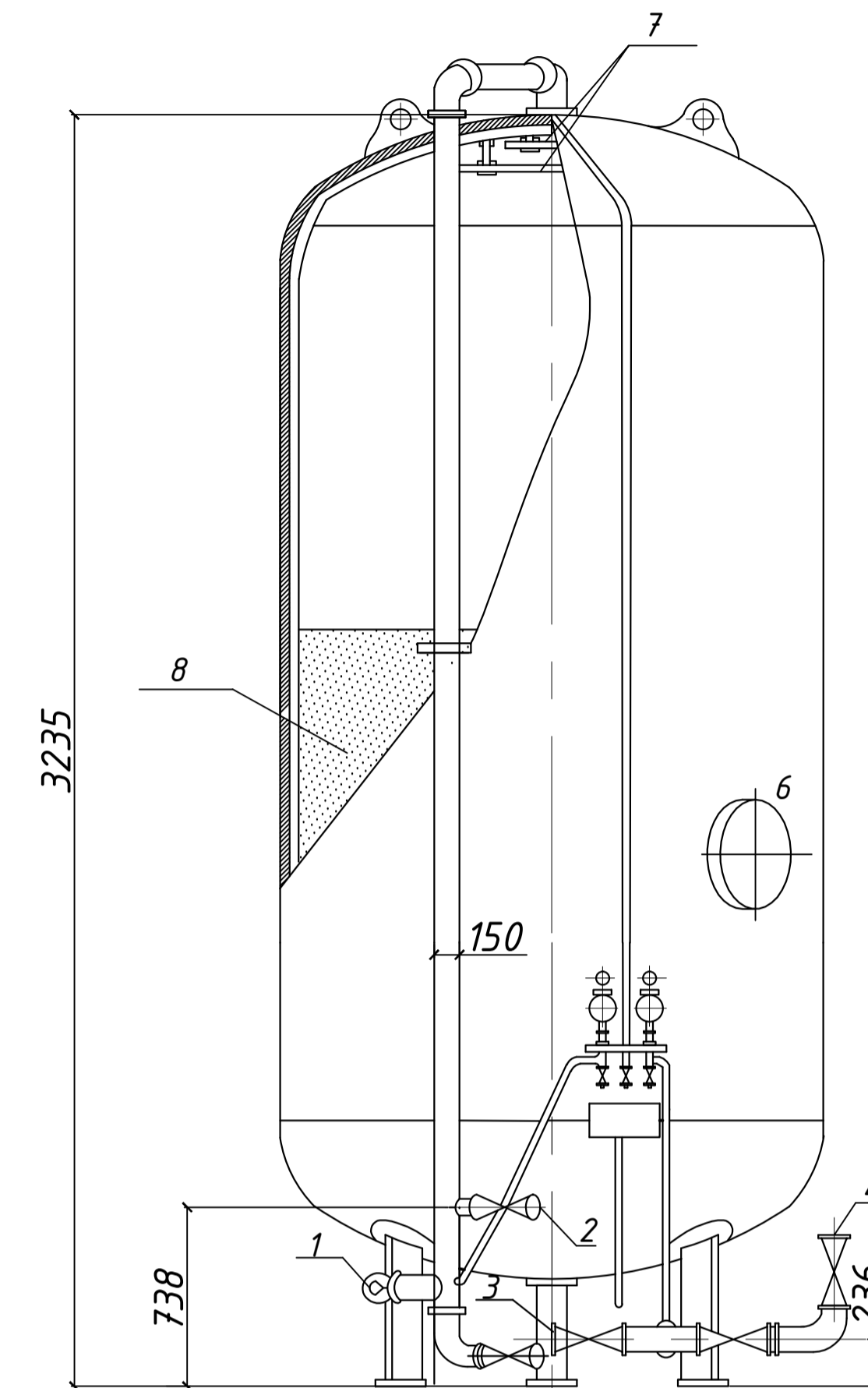
№	Наименование
1	Манометр
2	Задвижка
3	Оголовок скважины
4	Клапан обратный
5	Система управления
6	Насос SP 30-9
7	Фильтр
8	Трубчатый каркас с щелевой перфорацией
9	Подкладочные продольные стержни
10	Водоприемная поверхность из проволочной обмотки

БР 20.03.02.06 - 2017										
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт										
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Разработка схемы водоснабжения пгтцефабрики Емельяновского района Красноярского края		Этадия	Лист	Листов
									4	7
Н. контр.						Аппаратурное оформление скважины; Конструкция павильона; Насос SP 30-9; Фильтр с ребристой водоприемной поверхностью; Муфта				Кафедра ИСЗиС
Зав. каф.										

## Рефайнер М 1:4



## Вертикальный напорный фильтр М 1:15



### Экспликация рефайнера

№	Наименование
1	Электронный модуль
2	Корпус рефайнера
3	Кассетный модуль
4	Сорбционная трубка

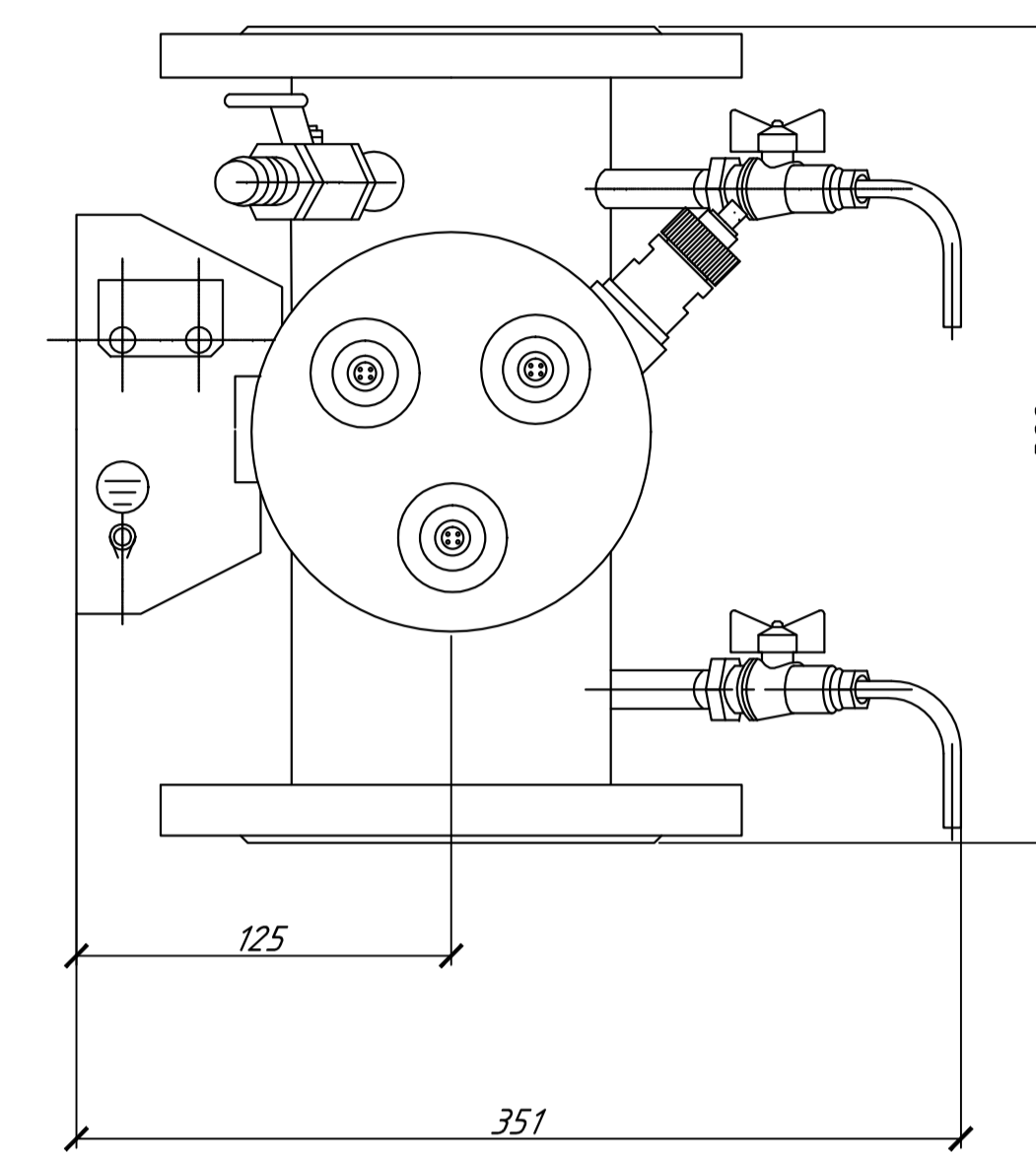
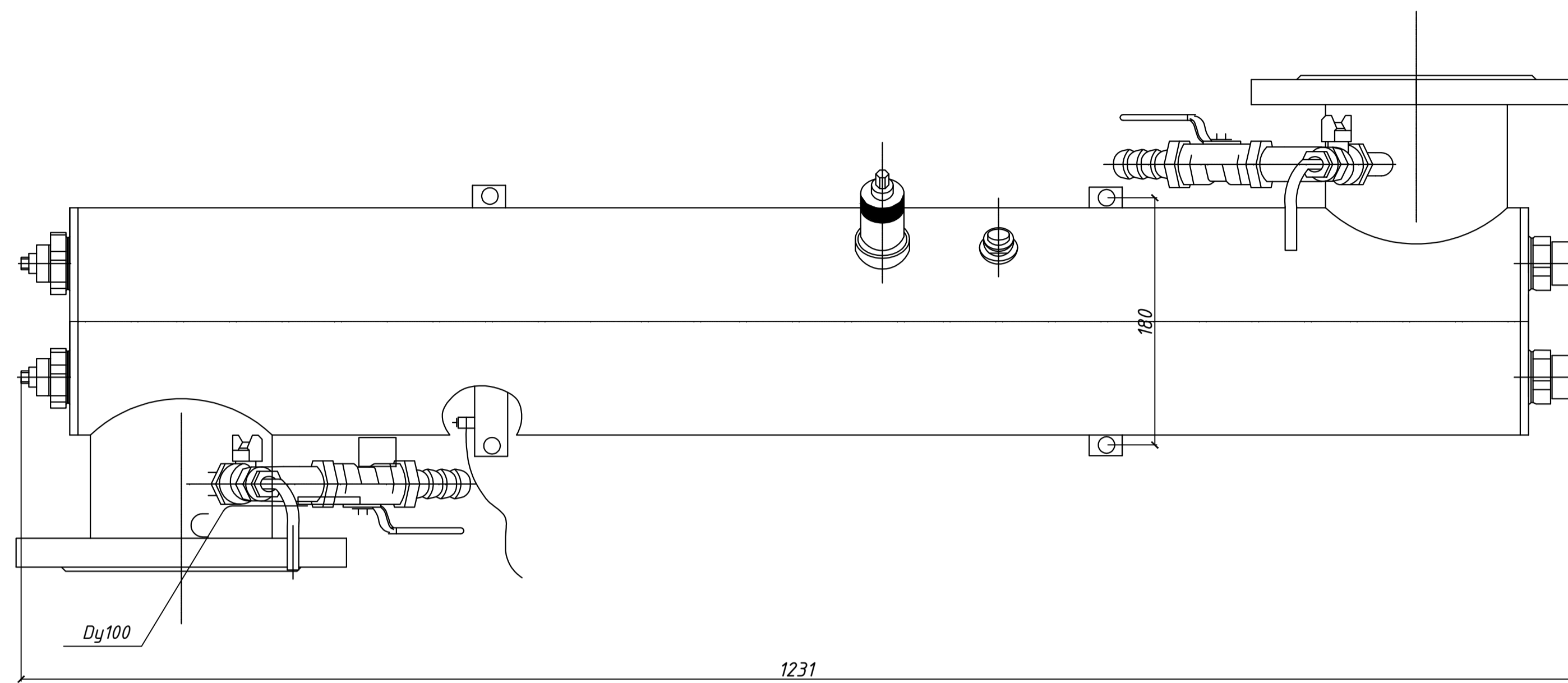
### Экспликация напорного фильтра

№	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 (загрузка Вигт)
9	Подкладочные продольные стержни
10	Штуцер для гидравлической выгрузки и загрузки фильтра

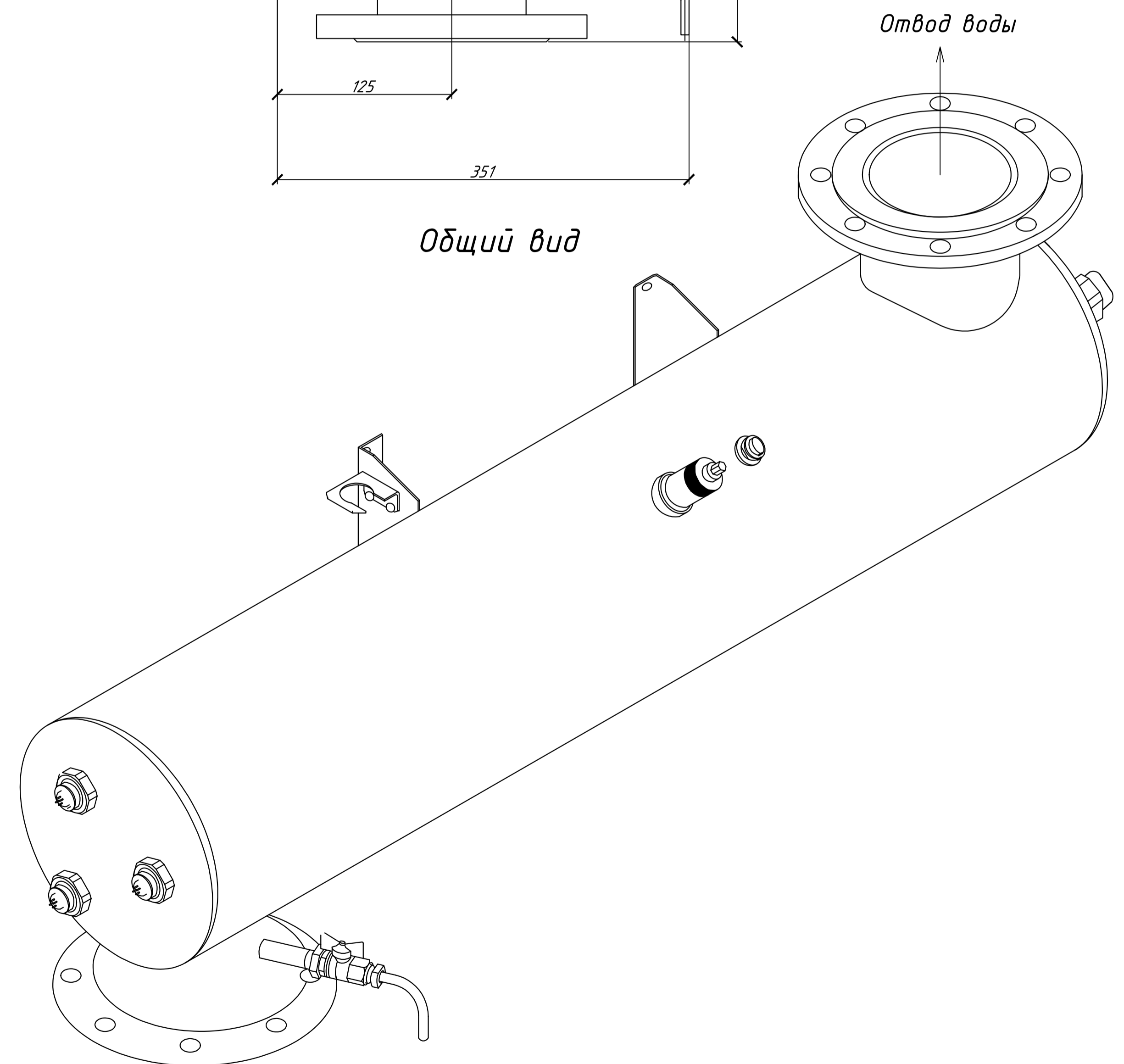
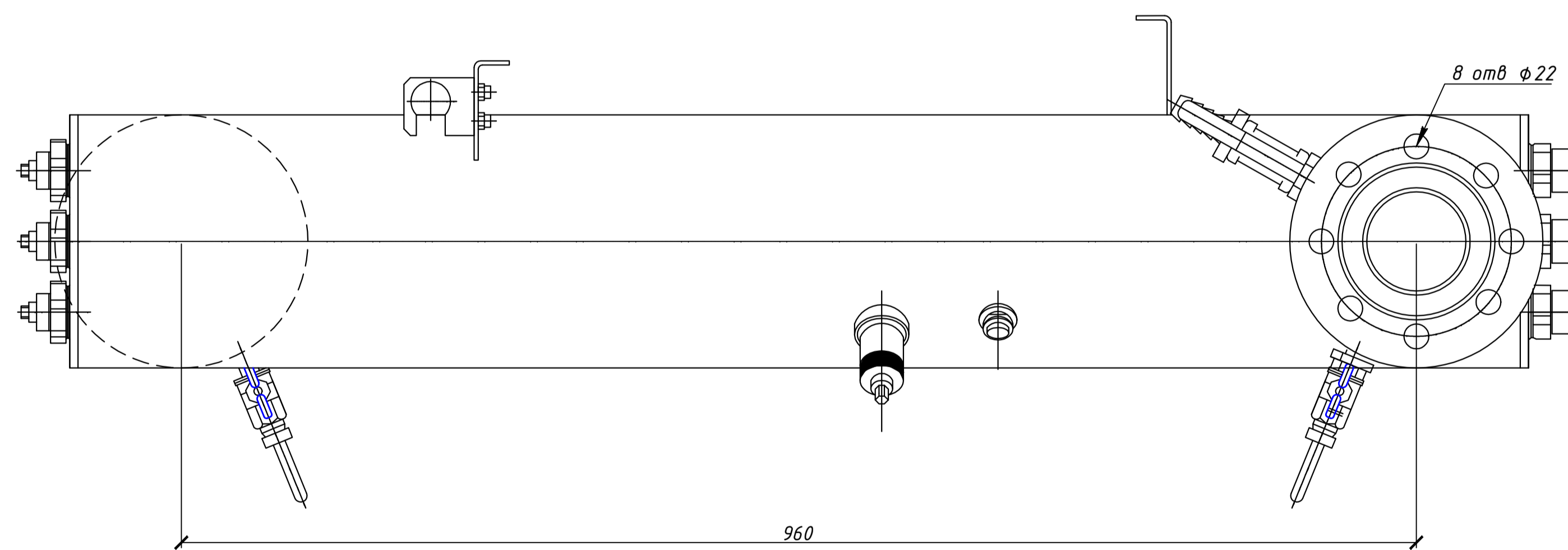
БР 20.03.02.06 - 2017						
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт						
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
Разраб.	Шемелева					Разработка схемы водоснабжения птицефабрики Емельяновского района Красноярского края
Руководит.	Дубровская					Стадия
						Лист
						5
						7
И. контр.	Дубровская					Вертикальный напорный фильтр: Рефайнер
Зав. каф.	Сажин					Кафедра ИСЗиС

## Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-ЗА300Н-10-100"

М 1:4



Общий вид

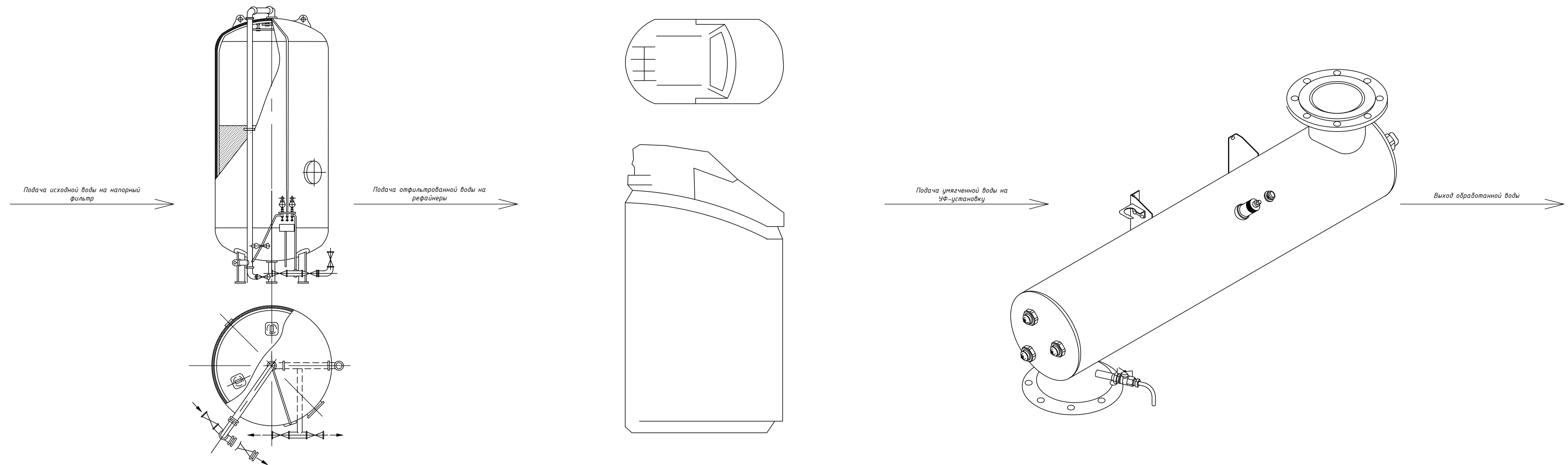


Подвод воды

Отвод воды

БР 20.03.02.06 - 2017					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Шенелева				
Руководит.	Дубровская				
Разработка схемы водоснабжения пгт Щербаковский Емельяновского района Красноярского края				Стадия	Лист
					6
					7
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Сакаш				
Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-ЗА300Н-10-100"				Кафедра ИСЗиС	

## Технологическая схема водоподготовки



Исходная концентрация Fe, мг/л	Эффективность очистки напорного фильтра, Э, %	Концентрация Fe после фильтра, мг/л
3,7	75%	0,93

Исходная концентрация общей жесткости, мг-экв/л	Эффективность очистки рефайнера, Э, %	Концентрация общей жесткости после рефайнеров, мг/л
17,5	98%	0,35

Общее микробное число до обеззараживания, КОЕ/мл	Эффективность УФ-установки, Э, %	Общее микробное число после обеззараживания, КОЕ/мл
310	90%	31

Эффективность очистки схемы водоподготовки, Э, %
98,9%

БР 20.03.02.06 - 2017						
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Изм.	Колуч.	Лист	Ввод	Подпись	Дата	
		Шемелева				Разработка схемы водоснабжения пшцефабрики Емельяновского района Красноярского края
		Дубровская				Стадия
						Лист
						Листов
						7
						7
		Дубровская				Технологическая схема водоподготовки
		Заф. каф.	Скаш			Кафедра ИСЭиС