

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 20__ Г.

Выпускная квалификационная работа

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

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
по направлению

«Оптимизация системы оборотного водопользования
для предприятий птицеводства»
тема

Руководитель

подпись, дата

к.т.н., доцент
должность, ученая степень

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

И.Я. Шарова
инициалы, фамилия

Красноярск 2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятия птицеводства» Березовского района.

Водозабор подземного источника (скважина), оборудование скважины, технологическая схема водоподготовки, напорный фильтр, умягчитель, УФ-установка для обеззараживания воды, кальцинатор, зоны санитарной охраны, ущерб.

Объект ВКР – ОАО "Птицефабрика Бархатовская"

Птицефабрика создана в 1972 году в целях обеспечения Красноярска и других регионов края пищевым яйцом и мясом птицы. В России занимает 63 место среди 300 лучших сельхозпредприятий всех форм собственности. Является одной из крупнейших птицефабрик Красноярского края, находится в 35 км. от краевого центра – г. Красноярска и в 25 км. от районного центра – п. Березовка.

Ежедневно производит более 600 тыс. шт. яиц, в год более 200 млн. шт. 60% процентов производимого яйца реализуется в крае, остальные 40% реализовывает за его пределами. На прилавки торговой сети поступает только свежее диетическое яйцо по самым низким ценам в регионе. Сегодня птицефабрика Бархатовская один из крупнейших производителей куриного яйца в крае, занимающий на полках торговых сетей до 50 % яичной продукции. Яйцо куриное, куры несушки.

На 2012 год на предприятии поголовье составило 1 млн 250 тысяч голов птицы, в том числе 884 тысяч несушек. К 2013 году птицефабрика сможет выпускать 850 тысяч штук яиц ежедневно.

В настоящее время птицефабрика не имеет своего источника водоснабжения и имеет привозную воду.

Цель: 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

ВЕДЕНИЕ	6
1 Общие сведения	8
1.1 Исходные данные	8
1.2 Современное водоснабжение птицефабрики	9
1.3 Определение расчётных расходов воды	18
2 Расчет скважины	25
2.1 Тип водозаборного сооружения подземных вод	25
2.2 Определение категории водозабора	26
2.3 Расчет скважины	26
2.4 Гидрогеологический расчет скважины	29
2.5 Определение уровней воды в скважине	31
2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования	34
3 Современные локальные установки водоподготовки для птицефабрики....	40
3.1 Расчет напорного фильтра	41
3.2 Расчет умягчителя	43
3.3 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды	46
3.4 Установки с источниками бактерицидного излучения	47
3.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.	49
3.6 Установка для насыщения воды кальцием	51
4 Технологическая схема водоподготовки	53
4.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду	53
4.2 Оценка воздействия на атмосферный воздух	55
4.3 Расчет зон санитарной охраны	56
5 Эколого-экономическое обоснование	58
5.1 Расчет ущерба при изъятии воды из подземного источника	58
6 Экономика	60
6.1 Технико-экономическое обоснование	60

6.1.1 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы ...	60
6.1.2 Приведенные затраты.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

ВЕДЕНИЕ

Район пригородного типа примыкает непосредственно к Красноярскому краю. Находится на правом берегу Енисея.

Березовский район был образован 25 апреля 1983 года. Расположен в центральной части Красноярского края, на правом берегу р. Енисей, является пригородным районом г. Красноярска.

Березовский район – один из самых густонаселенных, компактных сельскохозяйственных районов края. Природа района исключительно разнообразна и живописна. В юго-западной части в отрогах Восточных Саян расположен всемирно известный заповедник "Столбы". Один из самых интересных массовых туристических маршрутов края пролегает по реке Мане. Для района характерен резко континентальный климат с продолжительной холодной зимой и коротким, сравнительно жарким летом.

Из всех видов минерального сырья в районе имеются горючие ископаемые, строительные материалы, подземные воды, огнеупорное и горнодобывающее сырье, оптический кварц, поделочные камни, радиоактивные элементы. Наибольшее количество месторождений полезных ископаемых разведано в непосредственной близости г. Красноярска, как основного потребителя минерального сырья. Активная добыча на территории района полезных ископаемых – известняков, гранита, гравия, песка, щебня – сыграла важную роль при строительстве плотины Красноярской ГЭС.

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

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

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:

- глубина залегания водоносного пласта = 42 м;
- мощность водоносного пласта = 16 м;
- коэффициент фильтрации водоносного пласта = 11 м/с;
- водоносные породы – смесь супесей и галечника
- потребитель – «Птицефабрика Бархатовская».

Число птиц на предприятии: несушки – 884000 голов; бройлеры – 215000 голов; молодняк в возрасте 1-9 недель – 95000 голов; молодняк в возрасте 10-22 недель – 56000 голов.

Число сотрудников на предприятии: техники – 4 чел.; инженеры – 4 чел.; руководители – 3 чел. В соответствии с [6] на каждые 10000 голов птиц требуется один сотрудник, итого 122 человек.

1.2 Современное водоснабжение птицефабрики

Современная система водоснабжения - это очень сложная техническая система, гарантирующая получение природной воды, ее фильтрацию с последующей подачей и распределением воды потребителям. Самая популярная многофункциональная система водоснабжения предназначена для питьевого, семейного, бытового, промышленного и противопожарного водоснабжения.

Содержание железа в воде придает коричневый цвет и металлический привкус, вызывая коррозию труб. В подземных водах железо обычно находится в виде двухвалентного (в растворенном состоянии). Для конечной цели использования этой воды необходимое количество воды определяется путем изготовления железа [8]. Концентрация железа для бытовых и питьевых целей не должна превышать 0,3-1 мг/л. Хотя на сегодняшний день не существует универсального метода комплексного удаления всех существующих видов железа из воды, добиться желаемого результата в каждом конкретном случае можно с помощью различных схем очистки.

Окислительное обезжелезивание

Этот способ удаления железа из воды предполагает использование веществ, которые переносят железо из растворенной формы (железо невидимо, его присутствие в воде ощущается только по вкусу и запаху) в трехвалентное состояние, т. е. железо удаляется из воды. окисленная форма (железо проявляется в виде красного осадка, хлопьев). В качестве окислителей могут быть использованы кислород, хлор и хлорсодержащие вещества, перманганат калия, озон, перекись водорода. Наиболее распространенными

являются первые три. Нерастворимый осадок гидроксида железа (III), образующийся в результате такого окисления, удаляют осаждением, осаждением с добавлением коагулянтов и флокулянтов или фильтрацией

Традиционные методы деградации воды включают окисление двухвалентного железа в трехвалентном состоянии кислородом воздуха (аэрация), сильными окислителями (хлор, перманганат калия, перекись водорода, озон), затем нерастворимым гидроксидом железа (III), затем добавляются коагулянты и флокулянты, которые удаляются 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, которая была очищена от железа путем аэрации с последующим осаждением и фильтрацией, уже пригодна для использования в качестве питьевой воды. Согласно этой упрощенной схеме, разглаживание эффективно, когда начальная концентрация железа не превышает 10 мг/мл (при содержании двухвалентного железа не менее 70% от общего количества), концентрация H_2S составляет не более 2,5 мг/л. окислительно-восстановительный 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

Процесс окисления двухвалентного железа значительно ускоряется при добавлении в воду сильных окислителей. Чаще всего используется хлорирование, которое позволяет решить проблему обеззараживания воды, а озонирование является наиболее эффективным. В связи с тем, что, за исключением озона, другие окислители неэффективны по отношению к органическому железу. Озонирование-самый дорогой метод, требующий высоких энергетических затрат. Также почти всегда обезжиривание происходит одновременно с удалением марганца из воды, который гораздо труднее окисляется, чем железо, и рН при этом имеет более высокие значения.

Осаждение коллоидного железа традиционным промышленным способом

В нормальных условиях накопление коллоидных частиц гидроксида трехвалентного железа (размер частиц 1-3 мкм) происходит очень медленно во время дозирования. Для ускорения процесса используются коагулянты. При добавлении коагулянтов повышается уровень твердых частиц и ускоряется осаждение. Песчаные или антрацитовые фильтры требуются на очистных сооружениях, которые не способны подавлять мелкие частицы. Также плохо, что в этих фильтрах хранится органическое железо.

Медленное осаждение коллоидных частиц гидроксида железа (III) в сочетании с низкой эффективностью использования окислителей и аэрации по отношению к органическому железу, а также ограничение повышенной концентрации железа в родниковой воде затрудняет использование традиционной промышленной системы удаления железа в относительно

небольших автономных системах, работающих с высокой производительностью. В таких схемах стараются использовать другие установки, сушка которых осуществляется по принципам каталитического окисления с последующей фильтрацией и ионным обменом.

Каталитическое окисление с фильтрацией

Наиболее часто применяемый Сегодня Метод для водоснабжения Коттеджей, отдельных небольших предприятий. Установки для каталитического расчета и фильтрации компактны и отличаются достаточной производительностью (0,5–20,0 МЗ/ч у большего в зависимости ОТ сорбента, свойств воды, геометрических характеристик резервуара – Баллона из стелловолокна или неразрушающей стали). Реакция окисления железа происходит внутри резервуара установки на гранулах засыпки-специальной фильтрующей среды с каталитическими свойствами-Ми. Каталитические и фильтрующие свойства этих материалов определяются высокой пористостью, ожидающей сред для защиты от воздействия окружающей среды и обуславливающей способности к поглощению.

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/см³) позволяют легко удалять осадки при обратной промывке. Необходимо, что бы щелочность в исходной воде была в два раза больше, чем концентрация хлоридов и сульфатов. Недостатками материала Birn 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 потребуются 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

Микрофльтрационные мембраны пригодны для удаления коллоидных частиц гидроксида железа (III); ультрафльтрационные и нанофльтрационные 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 предназначены 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 O₂/л и коллоидном индексе не более 2–4 единиц (параметры, учитывающие содержание органического железа). Поэтому перед мембранной 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), известную как осмос, было открыто в начале 1748 года. Принцип обратного осмоса основан на фильтрации воды высокого давления через очень узкую пористую мембрану. Характерный размер пор мембраны составляет 1 Ангстрем (1 Ангстрем = от 10 до минус 10 градусов). На самом деле это похоже на молекулярное давление воды через полупроводниковую мембрану. В результате исходная вода разделяется на два потока: фильтрат (очищенная вода), который подается потребителю, и концентрат (концентрированный раствор смеси)-который объединяется в слив. Только молекулы воды проходят через мембрану, полупроводник, и все частицы, микроорганизмы и органические молекулы с молекулярной массой задерживаются. Из-за небольших размеров процесс фильтрации открытой воды на мембране обратного осмоса замедляется, что требует использования большой мембраны.

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

Подобно обратному осмосу, механизм переноса нанофильтра является диффузионным. Нанофильтрационные мембраны химически аналогичны мембранам обратного осмоса с точки зрения свойств поверхности, но позволяют воде и некоторым ионам распространяться в основном одновалентно (например, натрий и хлор). Большие ионы, в том числе двух- и многовалентные, и более сложные молекулы, задерживаются. Поскольку одновалентные ионы распределяются через нанофильтрационную мембрану через воду, во время обратного осмоса падение давления осмоса на мембране низкое, поэтому нанофильтрация обычно происходит под низким 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, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике для птиц определяем по формуле

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

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

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

По данным «Птицефабрики Бархатовской» за 2012 год, на территории предприятия имеются: несушки – 884000 голов; бройлеры – 215000 голов; молодняк в возрасте 1-9 недель – 95000 голов; молодняк в возрасте 10-22 недель – 56000 голов. Данные о норме водопотребления птиц приняли по таблице 14 [10].

$$Q_{\text{птиц}}^{\text{ср}} = \frac{0,25 \cdot 884000 + 0,3 \cdot 215000 + 0,15 \cdot 95000 + 0,23 \cdot 56000}{1000} = 312,63 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м³/сут, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике для сотрудников определяем по формуле

$$Q_{\text{раб}}^{\text{ср}} = q_{\text{Г}} \cdot n_{\text{Г}} + q_{\text{Х}} \cdot n_{\text{Х}} \quad (1.2)$$

где $q_{\text{Г}}$ – норма водопотребления, л/сут на 1 чел. работающего в горячем цеху, таблица А.3 [2];

$n_{\text{Г}}$ – расчетное число рабочих на птицефабрике, чел. работающих в горячем цеху;

$q_{\text{Х}}$ – норма водопотребления, л/сут на 1 чел. работающего в холодном цеху, таблица А.3 [2];

$n_{\text{Х}}$ – расчетное число рабочих на птицефабрике, чел. работающих в холодном цеху

$$Q_{\text{раб}}^{\text{ср}} = 2 \cdot (37 \cdot 45 + 52 \cdot 25) = 5,93 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный (средний за год) общий суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$, на хозяйственно-питьевые нужды на птицефабрике определяем по формуле

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = Q_{\text{птиц}}^{\text{ср}} + Q_{\text{раб}}^{\text{ср}} \quad (1.3)$$

где $Q_{\text{птиц}}^{\text{ср}}$ – общий суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды птиц, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{раб}}^{\text{ср}}$ – общий суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды сотрудников, $\text{м}^3/\text{сут}$.

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} = 312,63 + 5,93 = 318,56 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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

$$Q_{\text{сут.мах}} = k_{\text{сут.мах}} \cdot Q_{\text{сут}}^{\text{ср}} \quad (1.4)$$

где $k_{\text{сут.мах}}$ – 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 $k_{\text{сут.мах}} = 1,1-1,3$).

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

$$k_{\text{ч.мах}} = \alpha_{\text{мах}} \cdot \beta_{\text{мах}} \quad (1.5)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ($\alpha_{\text{мах}} = 1,2 - 1,4$);

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

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

$$Q_{\text{сут.мах}} = 1,2 \cdot 318,56 = 382,27 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Максимальный часовой расход воды птицефабрики из водопроводной сети, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяем по формуле

$$q_{\text{ч.мах}} = \frac{k_{\text{ч.мах}} \cdot Q_{\text{сут.мах}}}{24} = \frac{1,41 \cdot 382,27}{24} = 22,46 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.6)$$

Расход воды на полив на территории предприятия, $\text{м}^3/\text{сут}$, рассчитываем по формуле

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

где $q_{\text{пол}}$ – расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий, л/м², принимаемый в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий по таблице 3 [1];

F – площадь поливаемой территории, м²;

α – доля поливаемой территории предприятия, %.

Расход воды на полив зеленых насаждений:

$$Q_{\text{пол.з.н}} = \frac{4 \cdot 12400 \cdot 5,11}{100} = 2,53 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Расход воды на полив газона:

$$Q_{\text{пол.г.}} = \frac{6 \cdot 20000 \cdot 8,24}{100} = 9,89 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Общий расход воды на полив:

$$Q_{\text{пол.общ}} = 2,53 + 9,89 = 12,42 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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

$$Q_{\text{с.н.}} = 10\% \cdot Q_{\text{сут.мах}} = 382,27 \cdot 0,1 = 38,23 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (1.8)$$

Расход воды на пожаротушение, м³/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, $q=25$ л/с.

$$Q_{\text{пож}} = (3,6 \cdot 2 \cdot 25) \cdot 3 = 540 \text{ м}^3 / \text{за 3 часа}$$

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

$$Q_{\text{ф.р.}} = 10\% \cdot Q_{\text{сут.мах}} = 382,27 \cdot 0,1 = 38,23 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.10)$$

Общий расход воды на предприятии, $\text{м}^3/\text{сут}$, определим по формуле

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

$$Q_{\text{общ.}} = 318,56 + 12,42 + 38,23 + 540 + 38,23 = 947,44 \text{ м}^3/\text{сут},$$

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	K=1,2%	Qсут мах	Qпол	Qпож м3/ч	всего	%
0-1	3,5	13,38	12,42	-	25,80	2,11
1-2	3,45	13,19	12,42	-	25,61	2,10
2-3	3,45	13,19	12,42	-	25,61	2,10
3-4	3,4	13,00	12,42	-	25,42	2,08
4-5	3,4	13,00	12,42	-	25,42	2,08
5-6	3,55	13,57	12,42	-	25,99	2,13
6-7	4	15,29	12,42	-	27,71	2,27
7-8	4,4	16,82	12,42	-	29,24	2,40
8-9	5	19,11	12,42	-	31,53	2,58
9-10	4,8	18,35	12,42	-	30,77	2,52
10-11	4,7	17,97	12,42	-	30,39	2,49
11-12	4,55	17,39	12,42	-	29,81	2,44
12-13	4,55	17,39	12,42	180	209,81	17,19
13-14	4,45	17,01	12,42	180	209,43	17,16
14-15	4,6	17,58	12,42	180	210,00	17,21
15-16	4,6	17,58	12,42	-	30,00	2,46
16-17	4,6	17,58	12,42	-	30,00	2,46
17-18	4,3	16,44	12,42	-	28,86	2,36
18-19	4,35	16,63	12,42	-	29,05	2,38

19-20	4,25	16,25	12,42	-	28,67	2,35
20-21	4,25	16,25	12,42	-	28,67	2,35
21-22	4,15	15,86	12,42	-	28,28	2,32
22-23	3,9	14,91	12,42	-	27,33	2,24
23-24	3,8	14,53	12,42	-	26,95	2,21

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.

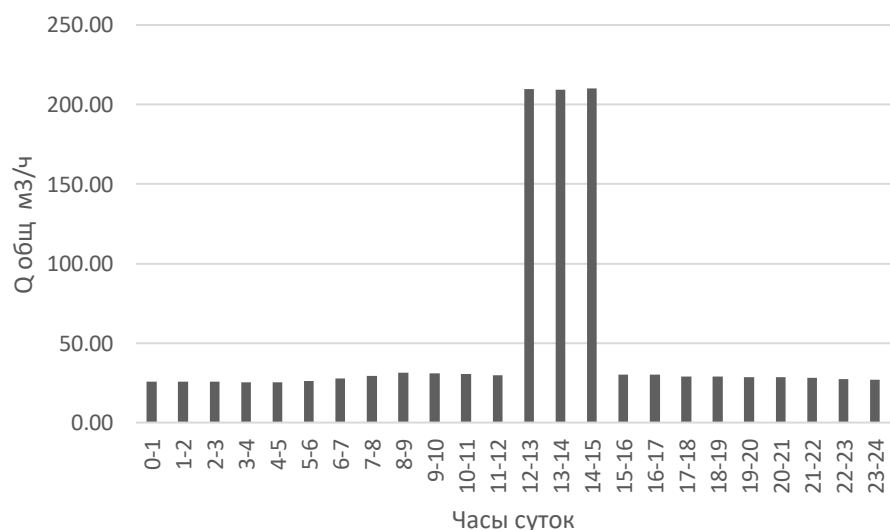


Рисунок 1.1 – График водопотребления в течение суток

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 потребного 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.

Узловые устройства водопользования и их структурные компоненты определяются результирующими условиями, энергией, водообеспеченностью, глубиной водоносного горизонта, геологическим строением, гидравлическими характеристиками подземного потока (давление, скорость, направление движения, связь с другими водоносными горизонтами, пластами и поверхностными водами), территориальной санитарией, планируемой производительностью, технико-экономическими показателями.

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 42 м. Мощность

водоносного пласта 16 м и коэффициент фильтрации равен 11 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, м³/сут, в напорном водоносном пласте определяется по формуле Дюпюи

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

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

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

S – понижение уровня воды при откачке, принимается в размере 12% от m , то есть $S = 3,92$ м.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 11 \cdot 16 \cdot 3,92}{2,24} = 840,84 \text{ м}^3/\text{сут} ,$$

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

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

где Q_c –дебит скважины, м³/сут;

l_ϕ – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, определяется в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_\phi = (0,5 \div 0,8) \cdot m , \quad (2.3)$$

$$l_\phi = 0,6 \cdot 16 = 9,6 \text{ м},$$

$$l_3 = 0,75 \cdot l_\phi \quad (2.4)$$

$$l_3 = 0,75 \cdot 9,6 = 7,2 \text{ м}$$

v_ϕ – скорость фильтрации, м³/сут, определяется по формуле

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

$$v_\phi = 65 \cdot 2,22 = 144,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Находим диаметр фильтра:

$$D_\phi = \frac{840,84}{3,14 \cdot 9,6 \cdot 144,56} = 0,19 \approx 0,2 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм, определяется по формуле

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

где D_ϕ – диаметр фильтра, мм.

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

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

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

где D_3 – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

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

Диаметр забоя, м:

$$D_3 = D_\phi / 4, \quad (2.8)$$

где D_ϕ – смотри формулу 2.2.

$$D_3 = 0,2 / 4 = 0,5 \text{ м}$$

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 $\varnothing 10$ мм из стеклопластика	Скважность каркаса до 20...25%. Ребристость в большинстве случаев продольная. Шаг ребер подбирается в зависимости от состава капируемых 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.

В большинстве случаев в расчетах различают три основные схемы водоносных горизонтов: зона распространения, включая Артезианский

бассейн, изолирована, горизонт бесконечен; полукруглый слой и слой-долина реки-полоса; и площадь распространения слоя ограничена. Также учитывается расположение зоны приема скважины в резервуаре для использования: зона приема не откроет резервуар на полную мощность (идеальная скважина) или на полную мощность (несовершенная скважина).

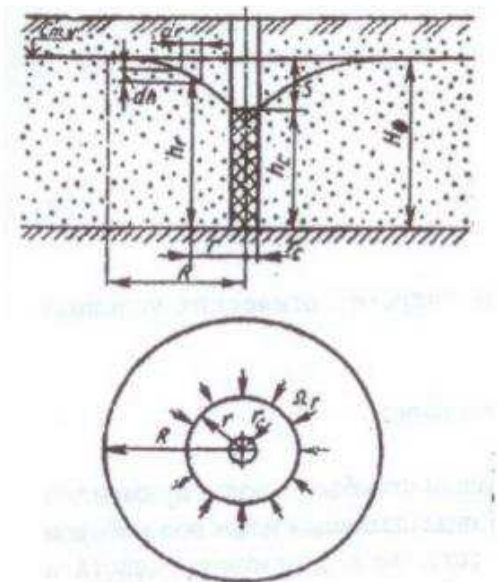


Рисунок 2.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

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

$$Q_c = \Omega_r \cdot v_r = \Omega_r \cdot k \cdot i_r = -2 \cdot \pi \cdot m \cdot k \cdot \frac{dh}{dr}, \quad (2.9)$$

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:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 11 \cdot 16 \cdot 3,92}{2,24} = 840,84 \text{ м}^3/\text{сут}$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot m \cdot k_f} \cdot \ln \frac{R}{r}, \quad (2.10)$$

$$h_r = 77,5 - \frac{840,84}{2 \cdot 3,14 \cdot 16 \cdot 11} \cdot \ln \frac{100}{0,575} = 75,8 \text{ м,}$$

Определяем количество скважин, шт:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (2.11)$$

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

$$n = \frac{947,44}{840,84} = 1,1 \approx 2 \text{ шт.}$$

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:

$$Z_{\text{расч.ур}} = Z_{\text{стат.ур}} - S_i, \quad (2.12)$$

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

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

Понижение уровня воды в j -ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k \quad (2.13)$$

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:

$$S_1 = S = 3,92 \text{ м}$$

Находим отметку динамического уровня в первой скважине, м:

$$Z_{\text{расч.ур}1} = -2,5 - 3,92 = -6,42 \text{ м}$$

Понижение уровня для второй скважины, м:

$$S_2 = 3,92 \cdot 1,15 = 4,51 \text{ м}$$

Находим отметку динамического уровня во второй скважине, м:

$$Z_{\text{расч.ур}2} = -2,5 - 4,41 = -6,91 \text{ м}$$

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

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i, \quad (2.14)$$

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

Срезка в 1-ой скважине от воздействия 3-ой будет равна:

$$t_{1,2} = \frac{3}{7} \cdot 3,92 = 1,7 \text{ м}$$

Срезка во 3-ой скважине от воздействия 1-ой будет равна:

$$t_{2,1} = \frac{3}{7} \cdot 4,51 = 1,9 \text{ м}$$

Дебит скважины с учётом срезки, м³/ч:

$$Q'_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n+1}}{S_n}\right), \quad (2.15)$$

Дебит первой скважины с учётом срезки, м³/ч:

$$Q'_n = 35,04 \cdot \left(1 - \frac{1,7+1}{3,92}\right) = 10,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Дебит второй скважины с учётом срезки, м³/ч:

$$Q'_n = 35,04 \cdot \left(1 - \frac{1,9+1}{4,51}\right) = 12,51 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования

Каждое водозаборное сооружение оснащено вспомогательным и основным оборудованием.

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

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

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 ³ /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

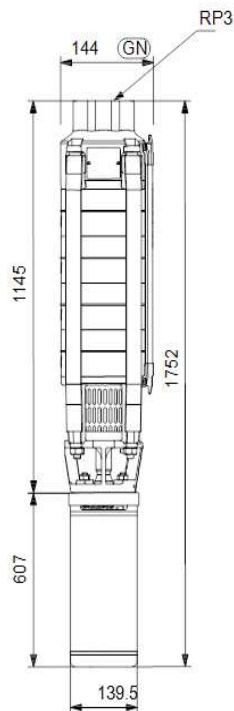


Рисунок 2.2 – Насос типа SP 30-9

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 ₁	L ₂				
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 м³/ч, напор – 64,39 м. Потребляемая мощность – 9,2 кВт, максимальное содержание твердых частиц - 50 гр/м³.

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 слое щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона, м, состоит из следующих составляющих:

$$H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3 \quad (2.16)$$

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

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

h_3 – высота строповки1 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 $H_n = 4,35 \approx 4,5$ 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, Н, мм	Строительная длина, L, мм	Масса, кг	Температура рабочей среды, °С	Материал корпуса
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)

G1/2.150C.1,5. Технические характеристики манометра приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.5 – Технические характеристики манометра ТМ-510Р

Диаметр корпуса, мм	A	b	H	SW	Резьба присоединения	b ₁	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 независимый химический состав. Это связано с географическим расположением источника, глубиной используемого водоносного горизонта и составом составляющих его пород. Природная вода редко соответствует стандартам питьевого водоснабжения, особенно требованиям, предъявляемым производителями промышленного оборудования. Использование неочищенной воды приводит к неизбежным затратам, включая охрану здоровья, и снижает продуктивность птиц.

3.1 Расчет напорного фильтра

Подземные воды Бархатово имеют повышенное содержание железа 5,7 мг/л, что превышает ПДК в 14 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, м², определяют по формуле

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

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

T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

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

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

n – число промывок фильтров за сутки;

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

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

w_3 и t_3 – интенсивность в л/сек·м² и продолжительность отмывки в ч;

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

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами $Q_{сут} = 11400$ м³/сутки, или $Q_{час} = 475$ м³/час:

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

Определим количество напорных фильтров, шт, по формуле

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

где F – площадь напорного фильтра по расчетам, м²;

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

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

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

Очистка заключается в фильтровании через сорбент Cortex Light

Cortex Light —это научно-техническая разработка Российских ученых в сфере водоподготовки, состав сорбента входят только натуральные материалы питьевого качества. Является прямым аналогом загрузки Birm Clack Corp.

Используется в системах водоочистки и фильтрах обезжелезивания. В состав сорбента входят только натуральные материалы питьевого качества, очищающие воду от таких загрязнений как железо, марганец, бор и сероводород.

Универсальная загрузка смарт-сорбент Cortex Light подходит при снабжении водой из глубоких и неглубоких скважин, колодцев, чистых поверхностных водоемов. Важное отличие от засыпки «Бирм», Кортекс «Лайт» не только не боится сероводорода, но и нейтрализует его. Загруженный очиститель представляет собой колонну аэрации с фильтрами, через которые идет поток жидкости. Активные компоненты удаляют загрязнения. При необходимости загрузка промывается (проходит регенерацию), и полностью восстанавливают способность к дальнейшей фильтрации.

После данной фильтровальной установки вода поступает на умягчители.

3.2 Расчет умягчителя

Умягчение воды — это снижение концентрации солей жесткости и приведение этих показателей к рекомендованным значениям.

Подземные воды Бархатово имеют содержание солей жесткости 1,9 мг-экв/л, что не превышает ПДК.

Умягчитель воды EcoWater представляет собой специализированную автоматическую систему умягчения воды, содержащей высокие концентрации солей жесткости. Снижение содержания этих веществ обеспечивается с помощью современных наполнителей, не требующих применения агрессивных химических реагентов. Система обеспечивает непрерывную подачу воды даже в процессе проведения регенерации.

Данное устройство снабжено электронным блоком, который контролирует процессы непрерывной подачи воды и периодичности регенерации. Умягчитель EcoWater снабжен источником резервного питания. Основные характеристики умягчителя EcoWater: диаметр присоединительного элемента – 1", гидравлическое минимальное сопротивление, возможность точной установки времени контроля регенерации, низкий расход реагента, шести или восьмипозиционный клапан. В качестве наполнителя для умягчителя EcoWater используются

ионообменные двухкомпонентные смолы, подложка выполнена из очищенного кварца, а в роли реагента выступает поваренная соль. Умягчитель EcoWater показан на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1- Умягчитель EcoWater

Электронный блок задает периодичность регенерации. Применяется схема регенерации обратным потоком (запатентовано EcoWater). В режиме регенерации соляной раствор проходит через смолу снизу вверх, то есть в направлении, обратном рабочему процессу фильтрации, начиная восстановление свойств смолы с наименее загрязненных слоев. Поэтому процесс регенерации становится более эффективным, занимает меньше времени, требует меньших затрат электроэнергии и воды.

В аппаратах EcoWater установлен резервный источник питания SuperCap II (зарегистрированная торговая марка компании NEC). При отключении электричества собранные данные и введенные программы не сбрасываются в течение 48 часов. Прочные танки (корпуса) из полиэтилена, армированные стекловолокном не подвержены коррозии и разрушению даже при гидроударах до 53 атмосфер.

Широкий спектр предлагаемого оборудования EcoWater позволяет подобрать системы умягчения воды для использования как в условиях городской квартиры, так и для загородных домов, а также для коммерческих целей.

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

В таблице 3.1 представлены технические характеристики умягчителя EcoWater ESM 11CE+

Таблица 3.1 – Технические характеристики умягчителя EcoWater ESM 11CE+

Параметры	EcoWater ERR
Жесткость воды макс. (мг-экв/л)	8
Раб. Поток макс. (м3/час) / падение давления (бар)	0,9/0,6
Емкость макс. (мг/экв)	9800
Рабочее давление (бар)	1,4-8,6
Рабочая температура (°С)	4-40
Емкость солевого танка (кг)	25
Расход воды (л) / время (мин) на регенерацию	90/89
Кол-во гравия (кг)	2

На одну скважину устанавливается два умягчителя и так как по расчетам у нас две основных скважины и одна резервная, то мы устанавливаем шесть умягчителей.

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.

Дезинфицирующее действие хлора не является мгновенным, но требует двухчасового контакта воды с хлором. Хлор действует только на вегетативные виды бактерий; спорообразующие бактерии не погибают при нормальных дозах хлора. Из-за недостатков хлорирования рекомендуется использовать бактериальные облучатели на промышленных объектах. Этот метод полностью автоматический, не требует введения дополнительных реагентов в воду, не влияет на свойства, органолептические характеристики воды и ее влияние не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенное, в то время как вода, прошедшая через установку, может сразу же

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

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.

Характеристика ламп для бактерицидного облучения дана в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Характеристика ламп для бактерицидного облучения

Тип ламп	Потребляемая мощность электрической энергии, Вт	Номинальная мощность лампы Вт/ч	Напряжение, В		Сила тока на лампе, А	Бактерицидная облученность, мкВт/см ² ·м	Бактерицидный поток в лампе, Вт	
			В сети	На лампе			Номинальный	Расчетный
БУВ-30	36	30	220	110	0,32	30	3,2	2
БУВ-60П	72	60	220	100	0,65	100	6	4

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.

Конструктивно он состоит из ряда герметично закрытых камер, соединенных различными способами, а

некоторые бактерицидные лампы добавляют их. Установки предназначены для очистки воды в напорной системе водопроводных труб с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп. 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 м³/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 ³ /ч	53
Доза УФ облучения	мДж/см ²	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	см. вод.ст.	49
Минимальный и максимальный расходы	м ³ /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 ³	22

УФ-облучатель изображен на рисунке 3.2.

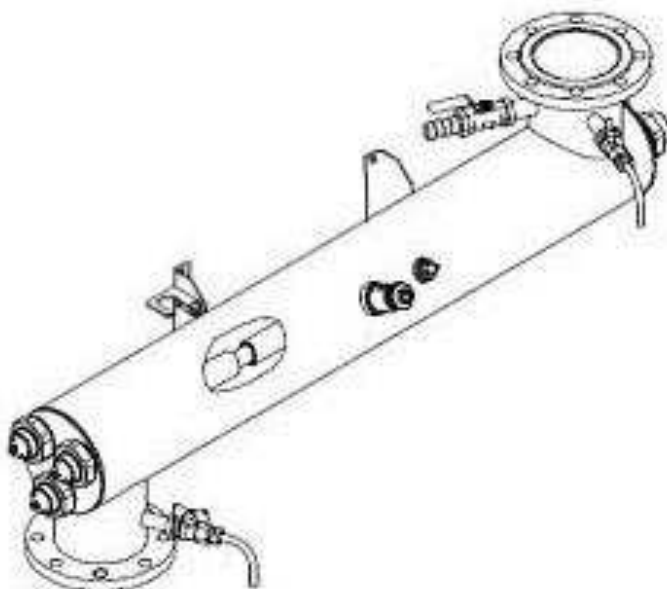


Рисунок 3.2 – УФ-облучатель УДВ-3А300Н-10-100

3.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.

Расчетный бактерицидный поток, Вт, рассчитывается по формуле

$$F_{\sigma} = - \frac{Q_u \cdot a \cdot k \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right)}{1563,4 \cdot \eta_n \cdot \eta_0}, \quad (3.4)$$

где Q_u – расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α – коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для грунтовых вод 0,15см⁻¹.

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;

η_n – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником погружения 0,9;

η_0 – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

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

Потребляемое количество ламп определяем по формуле

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

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

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

Расход электроэнергии на обеззараживание воды, Вт·ч/м³, вычисляется по формуле

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

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

n – количество ламп, шт.

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

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 птицам для построения скелетов, скорлупы яйца, клюва и когтей, для нормальной работы нервной системы, свертывания крови, активизации ферментов и гормонов.

Если у цыплят достаточное количество белка, то возникает нарушение развития – кости относительно минерализованы, мягкие и деформируются под собственным весом (рахит), а у взрослых птиц, у которых для преодоления

отложения яиц структура яичной скорлупы изменяется и развивается остеопороз, в результате кости становятся хрупкими и ломкими. Длительный дефицит кальция у самок вызывает раннюю гибель эмбрионов. Поэтому необходимо обеспечить хотя бы до тех пор, пока вода не будет 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

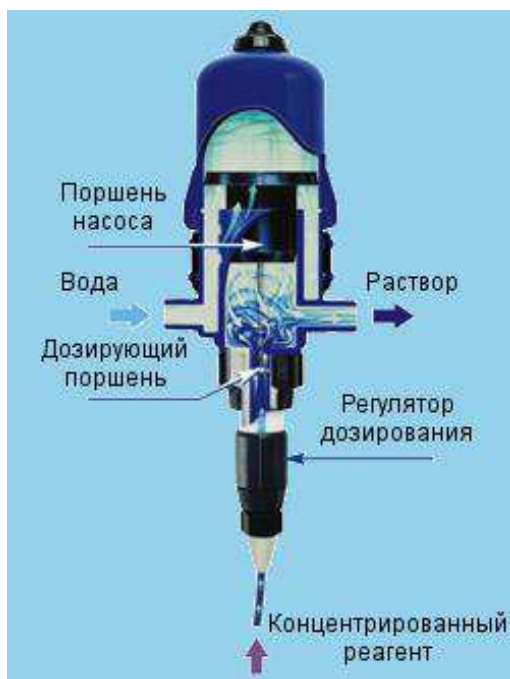


Рисунок 3.3 – Кальцинатор DOSATRON D25RE2

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 для бурения разведочных скважин УРБ-3А3 предназначена для бурения скважин, вращающихся в мягких и среднетвердых породах, для различных целей, в том числе для водоснабжения. Бурение скважины производится долотом до простой промывки буровым раствором (глиной или водой-метаном). Но схема промывки, поток жидкости закачивается в скважину по бурильным трубам, проходит внутри скважинного инструмента, промывает забой и возвращается на поверхность, а также хороша. В то же время, как часть жидкости не вытекает на поверхность через устье скважины, а уходит в толщу породы. При таком способе умывания лица происходит выделение пыли, то есть отсутствует загрязнение атмосферы выбросами пыли. С помощью этого метода образуется осадок (разрушенная порода), основанный на использовании непрерывного потока промывочной жидкости, которая хорошо поднимается.

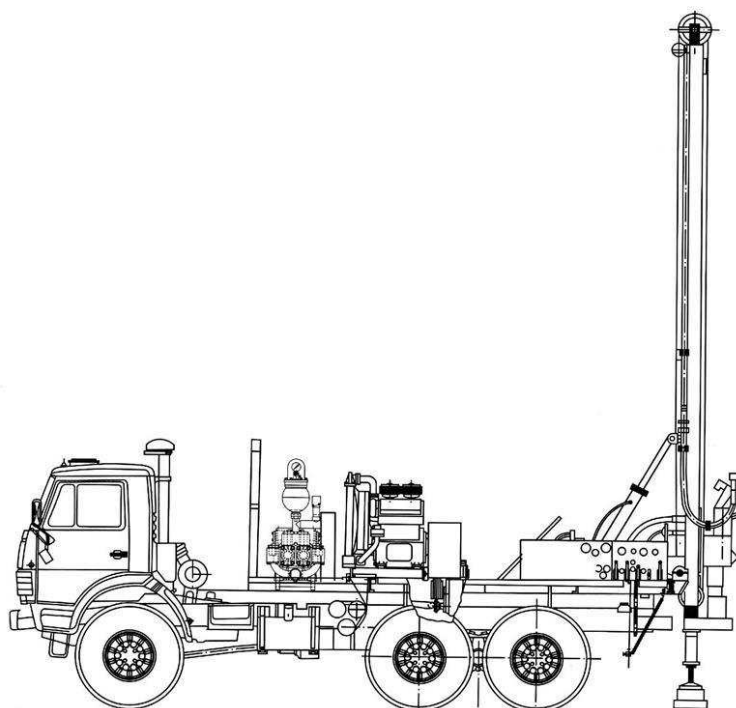
Буровая установка УРБ-3А3 имеет высокую производительность, простоту в управлении, надежность, удобство в обслуживании и ремонте. При относительно низкой цене обслуживания.

Буровая установка УРБ-3А3.13 устанавливается на шасси Урал-4320. Крутящий момент на инструмент передается от автономного дизельного двигателя ЯМЗ-236.

Основное оборудование буровой установки УРБ-3А3. 13: буровой блок (ротор, двухвалорная лебедка, мачта, буровой насос НБ-50, генератор, вертлюг, манифольд) на стохастических автомобилях с высокой проходимостью Урал-4320; глинешеалка, рабочая площадка тройная, бурбуба и спуско-подзаменный инструмент.

Таблица 4.1 – Технические характеристики буровой установки УРБ-3а3

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 – 840,84 м³/сут;

m – мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 16 м;

n – пористость водовмещающих пород – 0,22;

k_f – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 11 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 нарушителей места от случайно или потери свинца загрязнение и повреждение. 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

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

где Q_c – расход скважины, м³/сут;

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

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,22 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{840,84 \cdot 200}{3,14 \cdot 16 \cdot 0,22}} = 123,4 \text{ м,}$$

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

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

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

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

m – то же, что и в формуле (4.1);

n – то же, что и в формуле (4.1).

$$R_3 = \sqrt{\frac{840,84 \cdot 9125}{3,14 \cdot 16 \cdot 0,22}} = 833,2 \text{ м,}$$

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

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

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;

R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R_{\text{ср}} = \frac{123,4 + 833,2}{2} = 478,3 \text{ м.}$$

5 Эколого-экономическое обоснование

5.1 Расчет ущерба при изъятии воды из подземного источника

Сумма ущерба, причиненного водным объектам, рассчитывается при выявлении фактов нарушения водного законодательства, возникновение которых устанавливается по результатам государственного контроля и надзора в области использования и охраны водных объектов на основании полевых обследований, инструментальных определений, измерений и лабораторных анализов.

Расчет суммы ущерба, основанный на принципе компенсации, оценивает и компенсирует сумму ущерба суммой затрат, необходимых для установления факта причинения вреда и устранения причин и последствий. А также расходы, связанные с проектно-сметной добычей документализирование и расходы, связанные с устранением нарушений и восстановлением состояния объекта воды до показателя, не соблюдаемого до тех пор, пока вы заметили нарушения и последствия ее ликвидации. Рассчитать достойную сумму ущерба.

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

$$Y_{и} = K_{в} \cdot K_{ин} \cdot H_{и} \cdot O_{в}, \text{ тыс.руб.} \quad (5.1)$$

где $K_{в}$ – 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].

$H_{и}$ – 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.;

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

$$Y_{и} = 1,36 \cdot 2,67 \cdot 9,3 \cdot 840,84 = 28395,3 \text{ тыс.руб.}$$

6 Экономика

6.1 Техничко-экономическое обоснование

6.1.1 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы

В качестве обязательной части технического проекта это предполагаемые годовые эксплуатационные расходы, которые я должен компенсировать по основным статьям расходов: заработная плата персонала, подлежащая социальному страхованию; стоимость электроэнергии; стоимость потребляемой воды; стоимость потребляемой тепловой энергии; ремонт оборудования; прочие расходы и амортизационные отчисления.

Годовые эксплуатационные затраты складываются по отдельным элементам годовых затрат по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{з/п}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ВиВ}} + C_{\text{тэ}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{реар}} + C_{\text{плат}}, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{з/п}}$ – заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование, тыс.руб;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии, тыс.руб;

$C_{\text{ВиВ}}$ – стоимость водоснабжения, тыс.руб;

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты, тыс.руб;

$C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, тыс.руб;

$C_{\text{р}}$ – стоимость ремонта, тыс.руб;

$C_{тэ}$ – стоимость тепловой энергии, тыс.руб;

$C_{реаг}$ – стоимость реагентов, тыс.руб;

$C_{плат}$ – платы за сброс загрязняющих веществ, тыс.руб.

– Заработная плата обслуживающего персонала

Заработная плата зависит от количества оперативного персонала в распределении занятости, годовой фонд труда и районного коэффициентов.

$$C_{з/пл} = 12 \cdot МРОТ \cdot n \cdot K_p \cdot K_{есн} \cdot K_{пр} \cdot Ч, \quad (6.2)$$

где МРОТ – минимальный размер оплаты труда, 12792 тыс.руб.;

n – коэффициент квалификации сотрудника, $0,5 \div 3$;

K_p – районный коэффициент, 1,6;

$K_{есн}$ – коэффициент отчислений от суммы заработной платы, 1,265;

$K_{пр}$ – коэффициент премиальных надбавок;

$Ч$ – число рабочих.

Годовая и месячная заработная плата сотрудников представлена в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Годовая и месячная заработная плата сотрудников

Квалификация сотрудника	Число рабочих, шт	Зарботная плата (месячная), тыс.руб.	Зарботная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	6	12,8	1118,5
Техническая служба (ТС)	6	20,7	2236,98
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	3	20,7	1118,5
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	1	38,3	932,07
Итого:	16	92,5	5406,05

Годовая заработная плата младшего обслуживающего персонала (МОП) по формуле (6.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 12,792 \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 6 = 1118,5 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата технической службы (ТС) по формуле (6.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 12,792 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 6 = 2236,98 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата лабораторно-технической службы (ЛТС) по формуле (6.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 12,792 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 3 = 1118,5 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата инженерно-технических рабочих (ТС) по формуле (6.2):

$$C_{з/шт} = 12 \cdot 12,792 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,5 \cdot 1 = 932,07 \text{ тыс.руб.}$$

Заработная плата с учетом режима работы сотрудников представлена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Заработная плата с учетом режима работы сотрудников

Квалификация сотрудника	Количество рабочих дней в году	Заработная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	183	243,4
Техническая служба (ТС)	183	486,8
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	183	243,4
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	240	266,0
Итого:		1239,6

Средства заложенные в годовой фонд заработной платы на 365 рабочих дней и не пошедшие на выплату заработной платы рабочих составляют стабилизационный фонд: $5406,05 - 1239,6 = 4166,5$ тыс.руб.

60% стабилизационного фонда идет в бюджет предприятия «капитал», а 40% на выплату премиальных надбавок сотрудникам «бонус». «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников представлена в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников

Квалификация сотрудника	Стабилизационный фонд, тыс.руб.	«Капитал», тыс.руб	«Бонус», тыс.руб	Премиальная надбавка, тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	242,1	145,2	96,8	1,3
Техническая служба (ТС)	484,1	290,5	193,6	2,7
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	242,1	145,2	96,8	2,7
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	138,5	83,1	55,4	4,6
Итого:	1106,8	664,1	442,7	11,3

– Стоимость электроэнергии

Расчет стоимости электроэнергии производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и данных о потреблении электроэнергии электроэнергетическим оборудованием.

Потребляемая электрическая мощность потребителей является блоком питания электродвигателя основных устройств с учетом коэффициента запаса трансформатора и коэффициента нагрузки электрического освещения.

Присоединяемая мощность:

$$\sum N^I = \frac{P^0 \cdot K^0 \cdot \sum N}{\cos\varphi}, \quad (6.3)$$

где P^0 – коэффициент, учитывающий электроосветильную нагрузку, 1,5;

K^0 – коэффициент, учитывающий трансформаторный резерв, 0,7;

$\cos \phi$ – коэффициент мощности электродвигателя, 0,9;

$\sum N$ – сумма мощностей всех рабочих электроприемников, кВт/ч, принимается по паспортным данным приборов.

Показатели мощности электросилового оборудования представлены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Показатели мощности электросилового оборудования

Наименование агрегата	Мощность, кВт	Количество	\sum кВт
Блок биологической очистки ЭКО-Р-120	19	2	38
Насосная станция подачи стоков на флотаторы	4	1	4
Флотатор ФДП-6	6	2	12
Установка УФ-обеззараживания	0,24	2	0,48
			54,48

Присоединяемая мощность по формуле (9.3):

$$\sum N^i = \frac{1,5 \cdot 0,7 \cdot 54,48}{0,9} = 63,56 \text{ кВт} .$$

Годовая потребленная мощность:

$$W = \sum N^i \cdot 24 \cdot 365, \quad (6.4)$$

$$W = 63,56 \cdot 24 \cdot 365 = 556785,6 \text{ кВт} = 556,8 \text{ МВт}.$$

Так как $\sum N < 750$ кВт·ч, тогда принимаем одноставочный тариф и стоимость электроэнергии определяем по формуле:

$$C_{\text{эл}} = \frac{T_1 \cdot W}{10^3}, \quad (6.5)$$

где T_1 – тариф на электроэнергию, 1,85 руб/кВт·ч.

$$C_{\text{эл}} = \frac{1,85 \cdot 556785,6}{10^3} = 1030,1 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость амортизации

Амортизационные отчисления за полное восстановления основных фондов водозаборного сооружения $C_{\text{ам}}$, тыс. руб.:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_i \cdot K_i}{100}, \quad (6.6)$$

где K_i – затраты на трубы, оборудование, здания, тыс.руб;

N_i – процент амортизации, 2,5% здания, 4,5% трубы, 8-10% оборудование.

Данные расчеты по амортизации (амортизационные) представляется в таблицу очистки сточных вод 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизационные отчисления

Наименование	Затраты K_i , тыс.руб	$N_1, \%$	$C_{ам}$, тыс.руб.
Здания и сооружения	357091,9	2,5	8927,3
Трубопроводы	66,3	4,5	3,0
Оборудование	7381,1	8	590,5
Итого:	364539,2		9520,8

– Стоимость тепловой энергии

Для расчета затрат на отопление нам необходимо знать типы помещений, их объем и необходимую температуру обогрева, количество дней в году потребления тепловой энергии и критические точки снижения температуры.

Затраты на тепловую энергию:

$$C_T = \frac{Q_T \cdot T_{т3}}{1000}, \quad (6.7)$$

где $T_{т3}$ – цена за Гкал, 896,35 руб.;

Q_T – количество теплоты потребляемое за отопительный сезон, Гкал.

$$Q_T = 24 \cdot T_0 \cdot \sum x_i \cdot a_i \cdot V_i \cdot (t_{cp} - t_n), \quad (6.8)$$

где T_0 – количество дней в году потребления тепловой энергии, 240 дней;

a_i – коэффициент нагрева помещения, 1,08;

t_n – наружная температура, -25°C ;

V_i – строительный объем здания, тыс.м³;

t_{cp} – требуемая температура обогрева, $^{\circ}\text{C}$;

x_i – коэффициент потребления тепловой энергии зданий и сооружений, ккал/м³· $^{\circ}\text{C}$ ·ч.

Количество теплоты потребляемое за отопительный сезон представлен в таблице 9.8.

Таблица 6.6 – Расчет количества теплоты потребляемое за отопительный сезон

Здания и сооружения	$\sum x_i$	V_i , тыс. м ³	t_{cp} , $^{\circ}\text{C}$	Q_T , Гкал	C_T , тыс.руб.
Здание очистных сооружений	0,39	1,05	0,35	34,67	31,0

– Расчет стоимости ремонта

Стоимость ремонта:

$$C_p = C_{кр} + C_{тр}, \quad (6.9)$$

где $C_{кр}$ – стоимость капитального ремонта, тыс.руб;

$C_{тр}$ – стоимость текущего ремонта, тыс.руб.

Стоимость капитального ремонта:

$$C_{кр} = 0,1 \cdot K_B, \quad (6.10)$$

где K_B – капитальные вложения, тыс.руб.

$$C_{кр} = 0,1 \cdot 38158,2 = 3815,82 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость текущего ремонта:

$$C_{тр} = 0,2 \cdot K_i, \quad (6.11)$$

где K_i – стоимость оборудования, труб и других элементов зданий и сооружений, тыс.руб.

$$C_{тр} = 0,2 \cdot 7381,1 = 1476,22 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость ремонта определяется по формуле (6.9):

$$C_p = 3815,82 + 1476,22 = 5292,04 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость водоснабжения

Стоимость водоснабжения на собственные нужды очистных сооружений в год определяется по формуле:

$$C_{\text{ВВВ}} = \frac{Q_{\text{сн}} \cdot T_{\text{ВВВ}}}{1000} \cdot 365, \quad (6.12)$$

где $Q_{\text{сн}}$ – расход холодной и горячей воды на очистных сооружениях, м³/сут;

$T_{\text{ВВВ}}$ – тариф на холодную, горячую воду и водоотведение, руб. м³.

Расход холодной и горячей воды очистных сооружений:

$$Q_{\text{сн}} = \frac{N \cdot q}{1000}, \quad (6.13)$$

где N – количество рабочих на очистных сооружениях, чел;

q – норма водопотребления холодной, горячей воды, л/сут.

Результаты сводим в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Расчет стоимости водоснабжения

Вид жидкости	Количество рабочих в сутки, чел	Норма q , л/сут	$Q_{\text{сн}}$, м ³ /сут	$T_{\text{ВВВ}}$, руб. м ³	Свив, тыс. руб	Свив (годовое), тыс. руб
Холодная вода	16	25	0,4	13,17	0,00527	1,9228
Горячая вода	16	12,5	0,2	55,48	0,01110	4,0500
						5,97

– Расчет прочих затрат

Другие расходы варьируются в размере 20 процентов от амортизационных отчислений и заработной платы работников по техническому обслуживанию:

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (C_{\text{ам}} + C_{\text{з.п.}}), \quad (6.14)$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (9520,8 + 2346,3) = 2373,4 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие расходы формируют премиальный фонд предприятия, могут быть стабилизированным фондом, форсированным фондом.

Годовые эксплуатационные затраты определим по формуле (9.1):

$$\begin{aligned} C_3 &= 2346,34 + 1030,1 + 5,97 + 31 + 9520,77 + 5292,04 + 2373,4 + 172,3 + 1207 \\ &= 21978,9 \text{ тыс.руб/год.} \end{aligned}$$

6.1.2 Приведенные затраты

Приведенные затраты показывают экономическую эффективность реализуемого проекта, тыс.руб.:

$$П = K_{\text{п}} \cdot E + C_3, \quad (6.15)$$

где E – индекс дисконтирования, 12 %;

K_{Π} – капитальные вложения, руб.;

$C_{\text{Э}}$ – эксплуатационные затраты, руб.

$$\Pi = 38158,2 \cdot 0,12 + 21978,9 = 26557,9 \text{ тыс. руб}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 31.13330.201 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*».
- 2 СП 30.13330.2018 «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 131.13330.2018 «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"
- 13 СанПиН 2.1.4.1110 – 02 «Зоны санитарной охраны источника водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».
- 14 <https://product-selection.grundfos.com/ru/products/sp-sp-g/sp/sp-30-9-13A01009?tab=variant-curves>
- 15 <http://www.emelyanovo24.ru/>
- 16 <http://птицефабриказаря.рф/>
- 17 Курганов А.М. «Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения»: Учебное пособие. М.: Издательство «АСВ»,.
- 18 Б.Н. Репин «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник». – М.: Высш. Шк.,.
- 19 Н.Н. Абрамов «Водоснабжение». – М.: Стройиздат, .
- 20 Журба М.Г «Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений»: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения. Вологда-Москва: ВоГТУ, .
- 21 А.С. Москвитина «Оборудование водопроводно-канализационных сооружений» – М.: Стройиздат,
- 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

Генеральный план птицефабрики Масштаб 1:1000

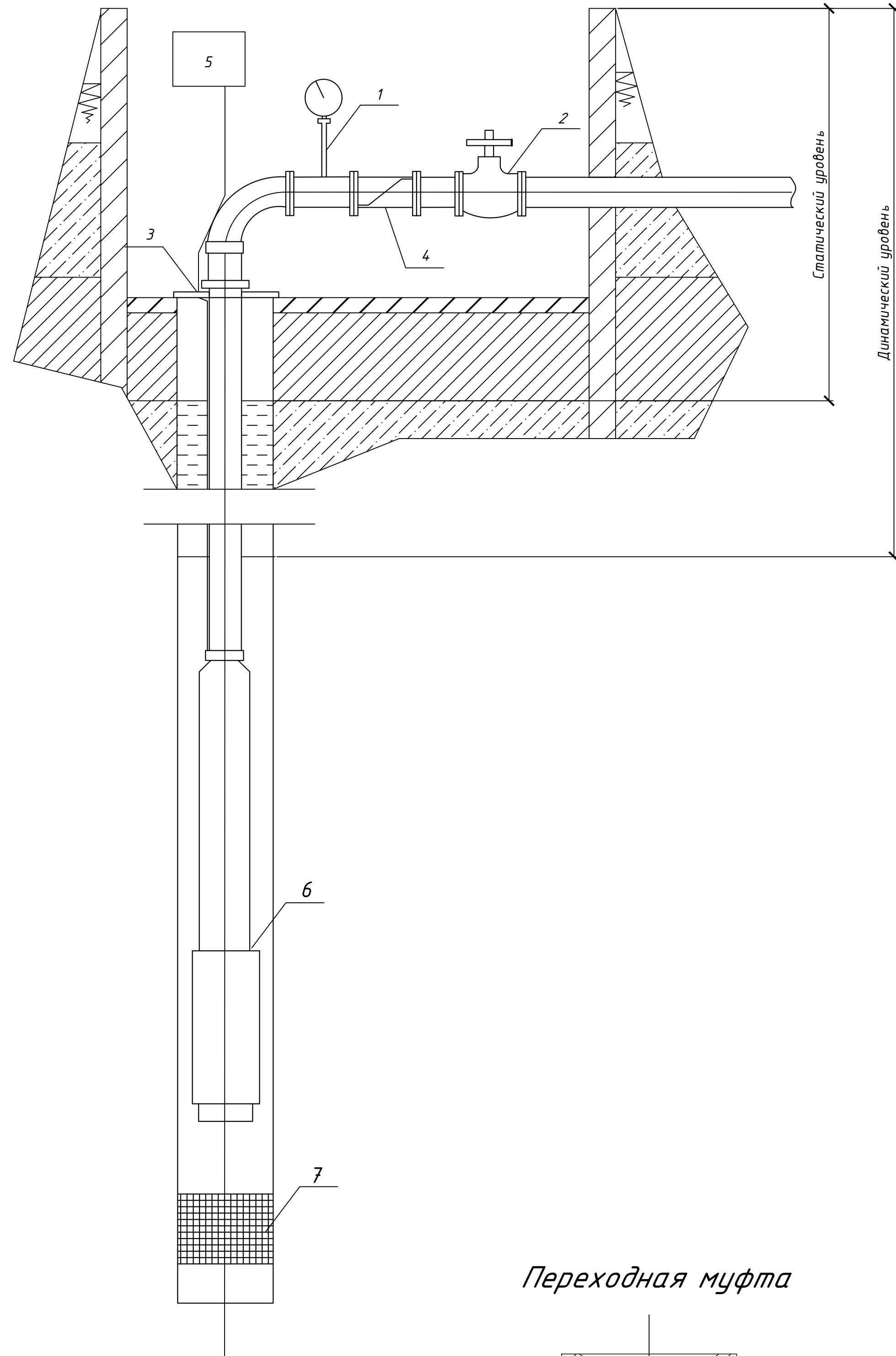


Условные обозначения

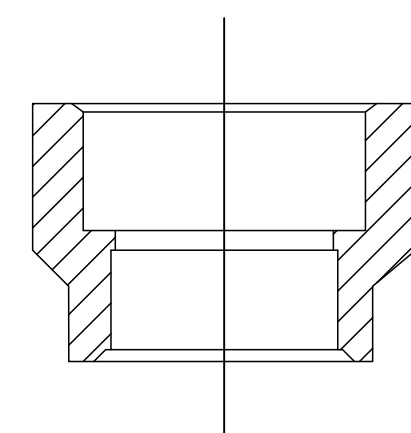
- зеленые насаждения;
- производственные цеха;
- грунтовая поверхность;
- газон;
- асфальтовые покрытия;
- 1,2 - водозаборные сооружения;
- НС-2 - насосная станция второго подъема;
- сеть водоснабжения.

БР 20.03.02.06 - 2021					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Шорохова				
Руководит.	Дубровская				
Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятий птицеводства				Ставля	Лист
				1	7
И. контр. Дубровская Экз. каф. Матвеева				Генеральный план птицефабрики Кафедра ИСЗиС	

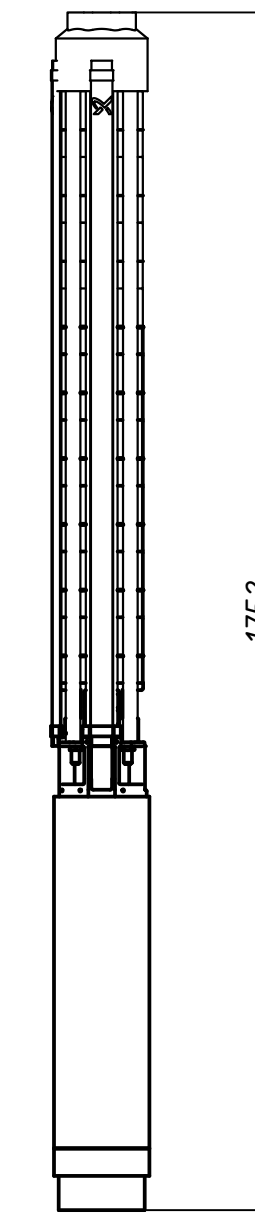
Аппаратурное оформление устья скважины



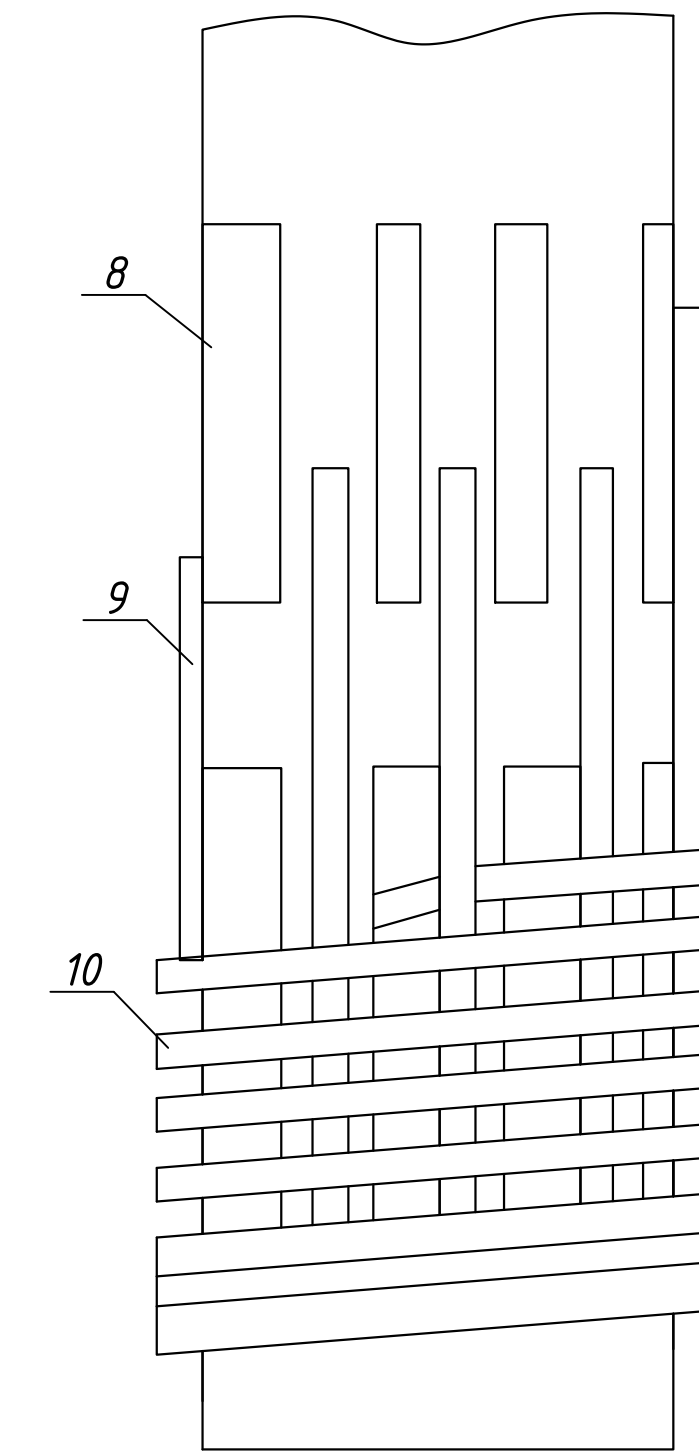
Переходная муфта



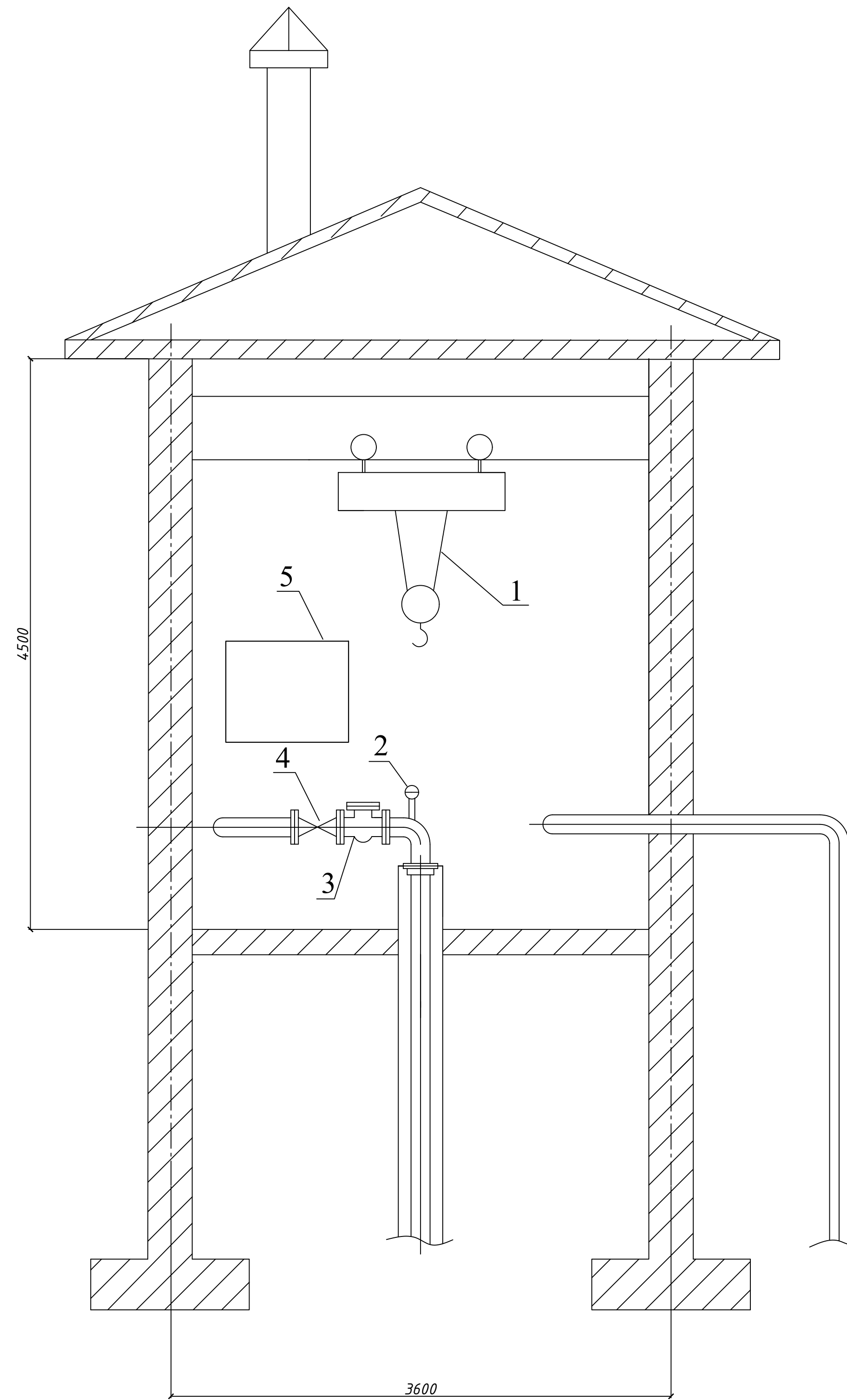
Насос SP 30-9
М 1:10



Фильтр с ребристой
водоприемной поверхностью
М 1:100



Конструкция павильона
М 1:25



Экспликация павильона

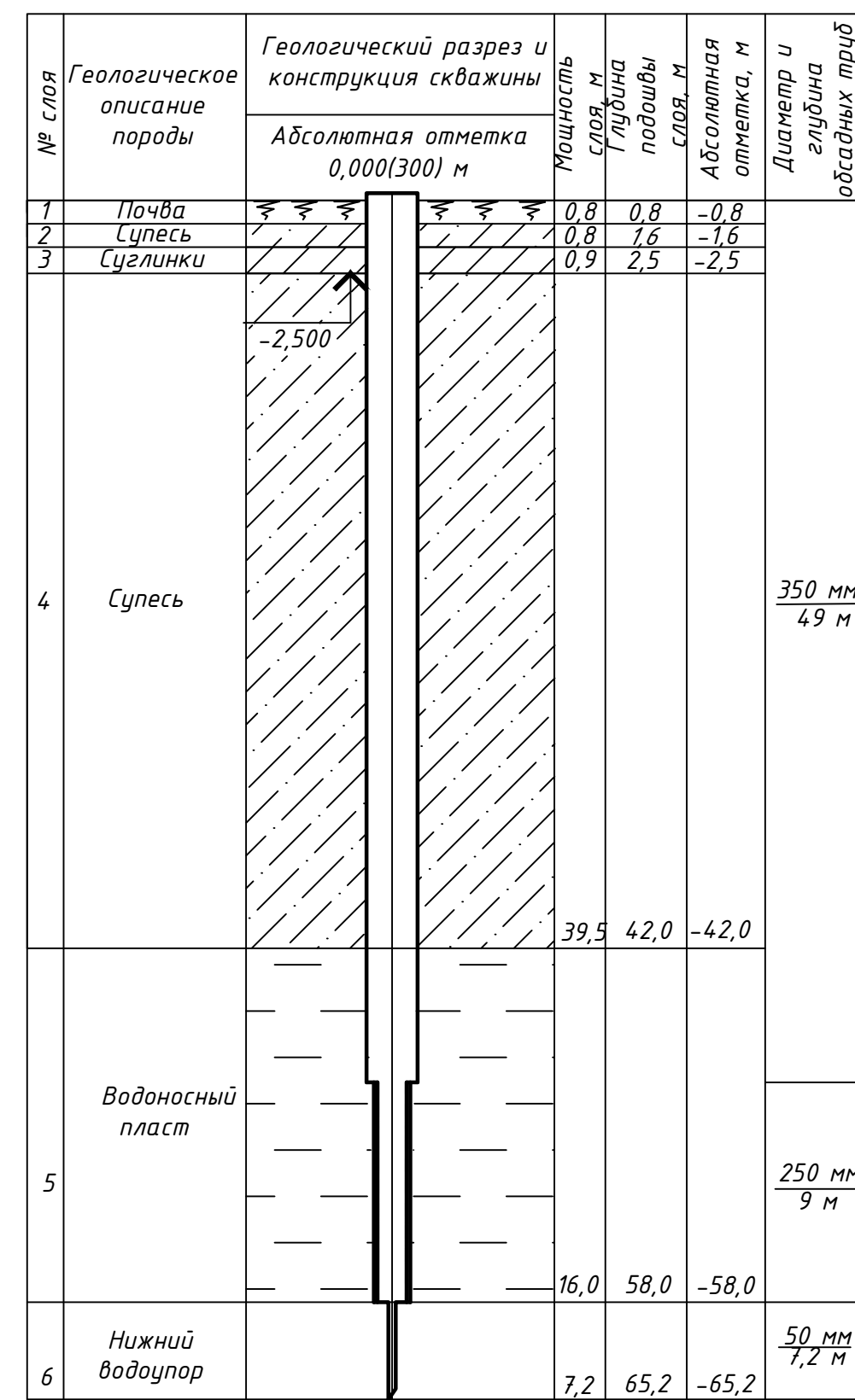
№	Наименование
1	Электрическая таль
2	Манометр
3	Клапан обратный
4	Задвижка
5	Электрощитовая

Экспликация оборудования скважины

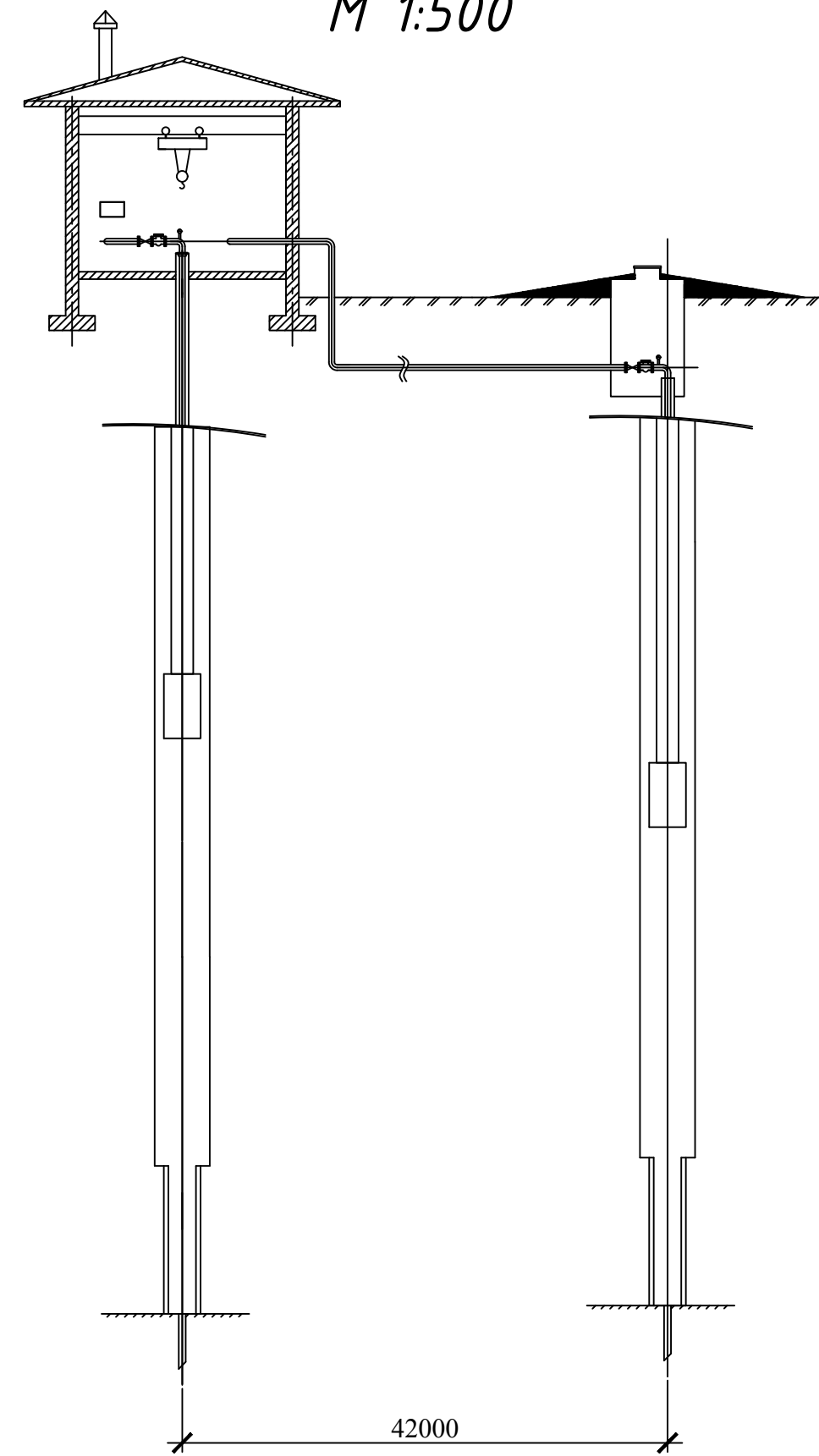
№	Наименование
1	Манометр
2	Задвижка
3	Оголовок скважины
4	Клапан обратный
5	Система управления
6	Насос SP 30-9
7	Фильтр
8	Трубчатый каркас с щелевой перфорацией
9	Подкладочные продольные стержни
10	Водоприемная поверхность из проволоочной обмотки

БР 20.03.02.06 - 2021						
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт						
Изм.	Кол.ч.	Лист	№Вок	Подпись	Дата	
Разраб.	Шарова					Оптимизация системы обратного водопользования для предприятий пищевой промышленности
Руководит.	Дубровская					Стадия
						Лист
						Листов
						2
						7
Н. контр.	Дубровская					Аппаратурное оформление скважины; Конструкция павильона; Насос SP 30-9; Фильтр с ребристой водоприемной поверхностью; Муфта
Зав. каф.	Матвеева					Кафедра ИСЭИС

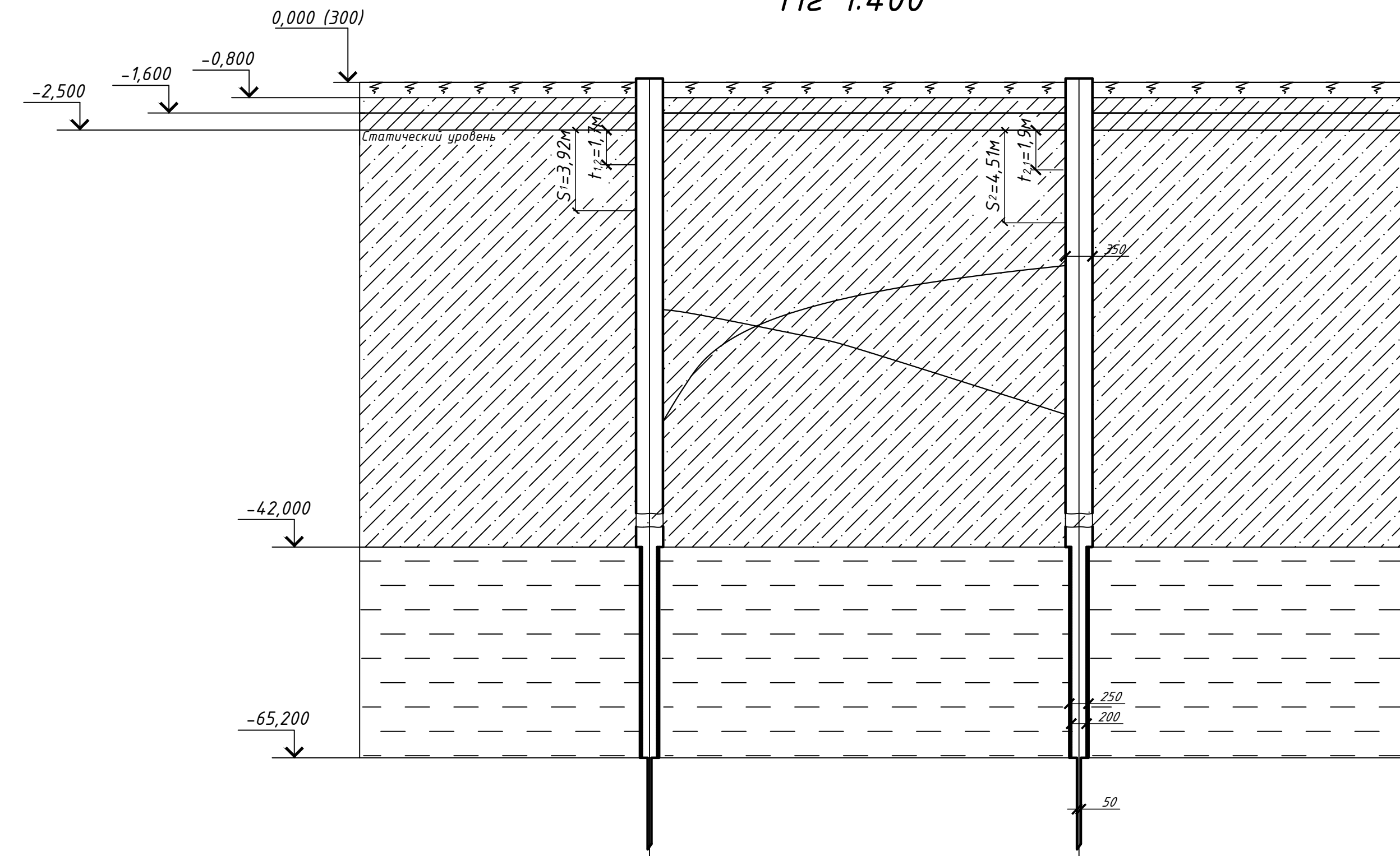
Геолого-технологический
разрез скважины
М 1:400



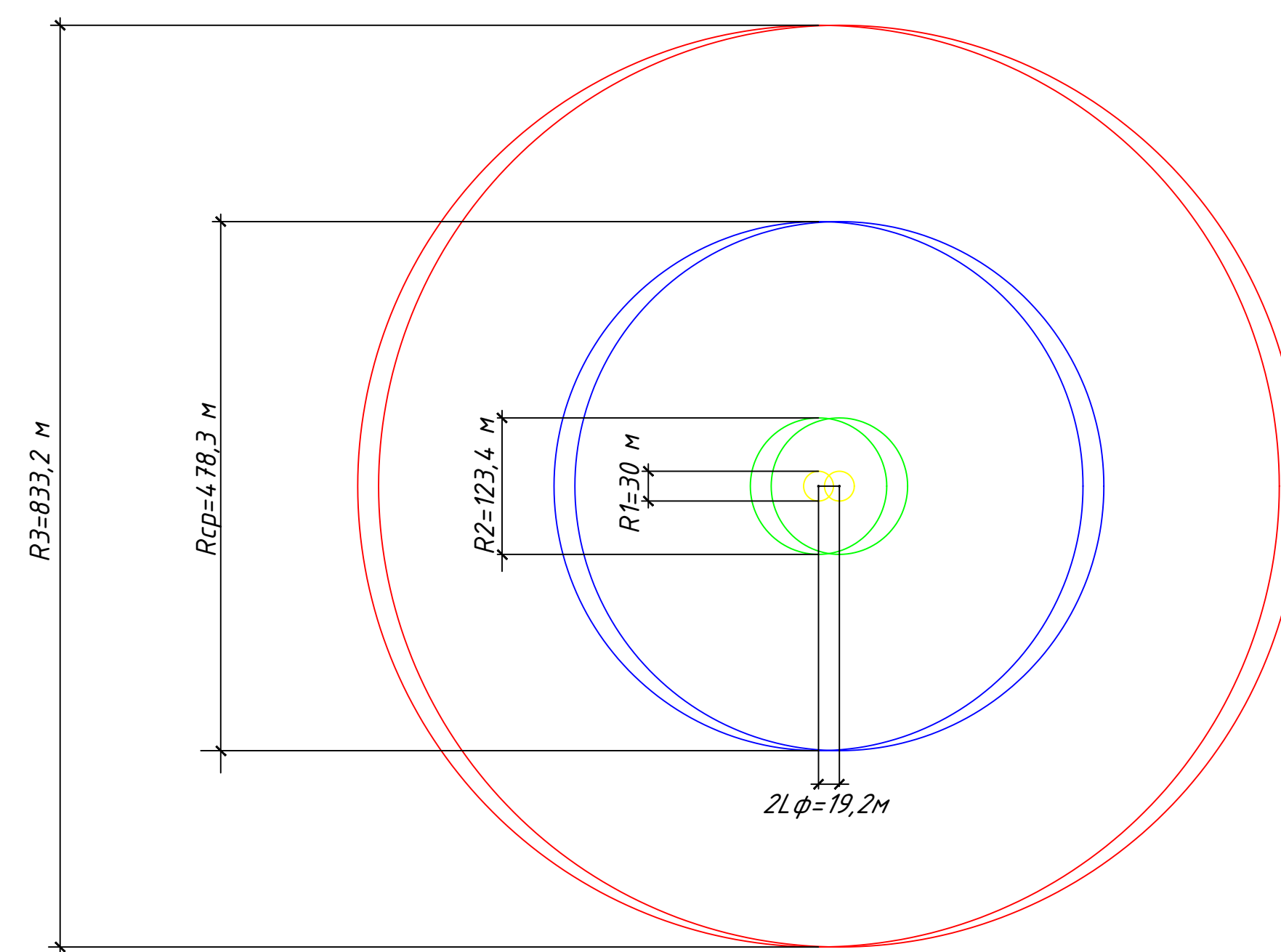
Профиль водозаборного сооружения
М 1:500



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

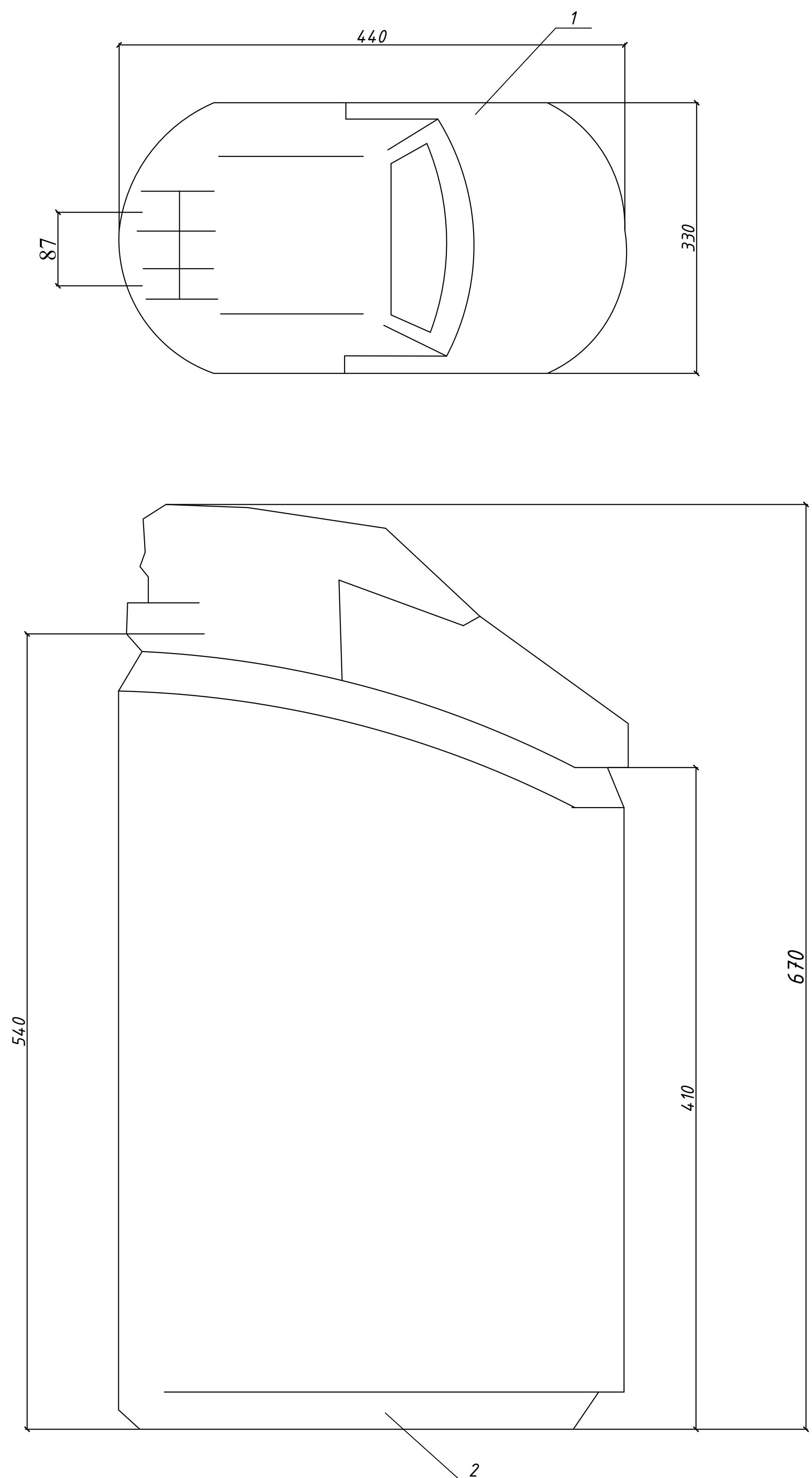


Зоны санитарной охраны
М 1:1000

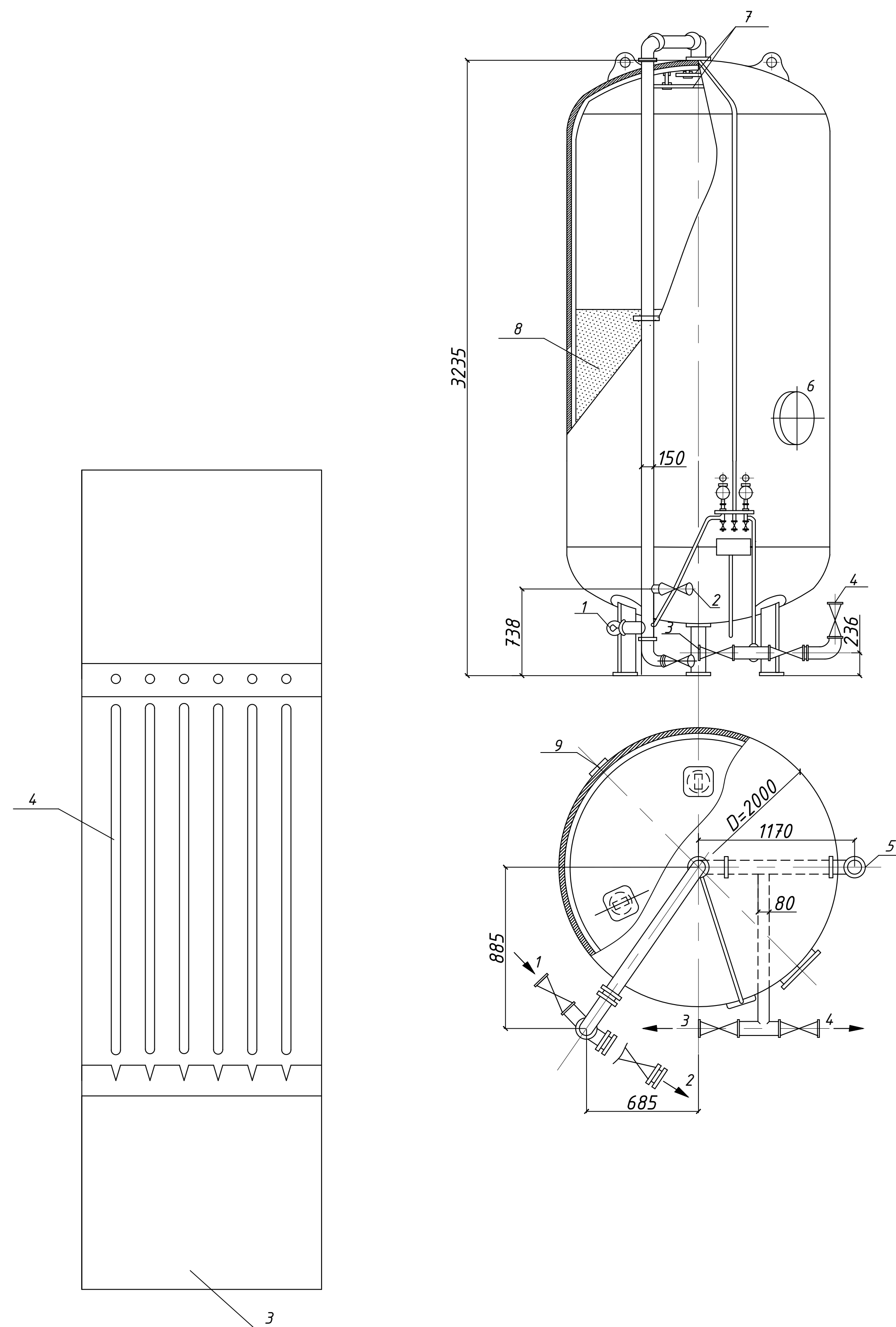


БР 20.03.02.06 - 2021					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Шарова				
Руководит.	Бувайская				
Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятий птицеводства					
Профиль водозаборного сооружения; Геолого-технологический разрез скважины; Влияние группового расположения скважин; Зоны санитарной охраны					
Н. контр.	Бувайская				
Экз. каф.	Матвеева				
Студия	Лист	Листов			
	3	7	Кафедра ИСЗиС		

Умягчитель
М 1:4



Вертикальный напорный фильтр
М 1:15



Экспликация умягчителя

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

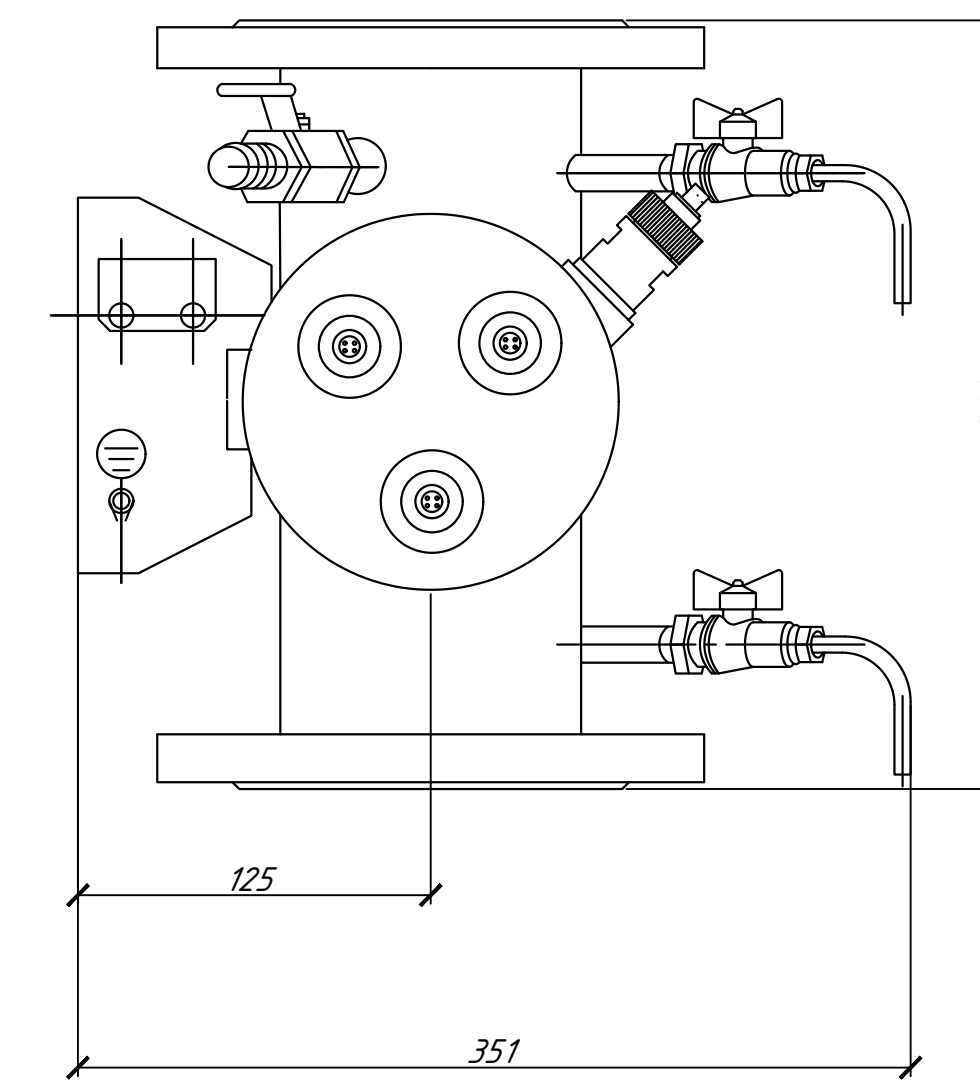
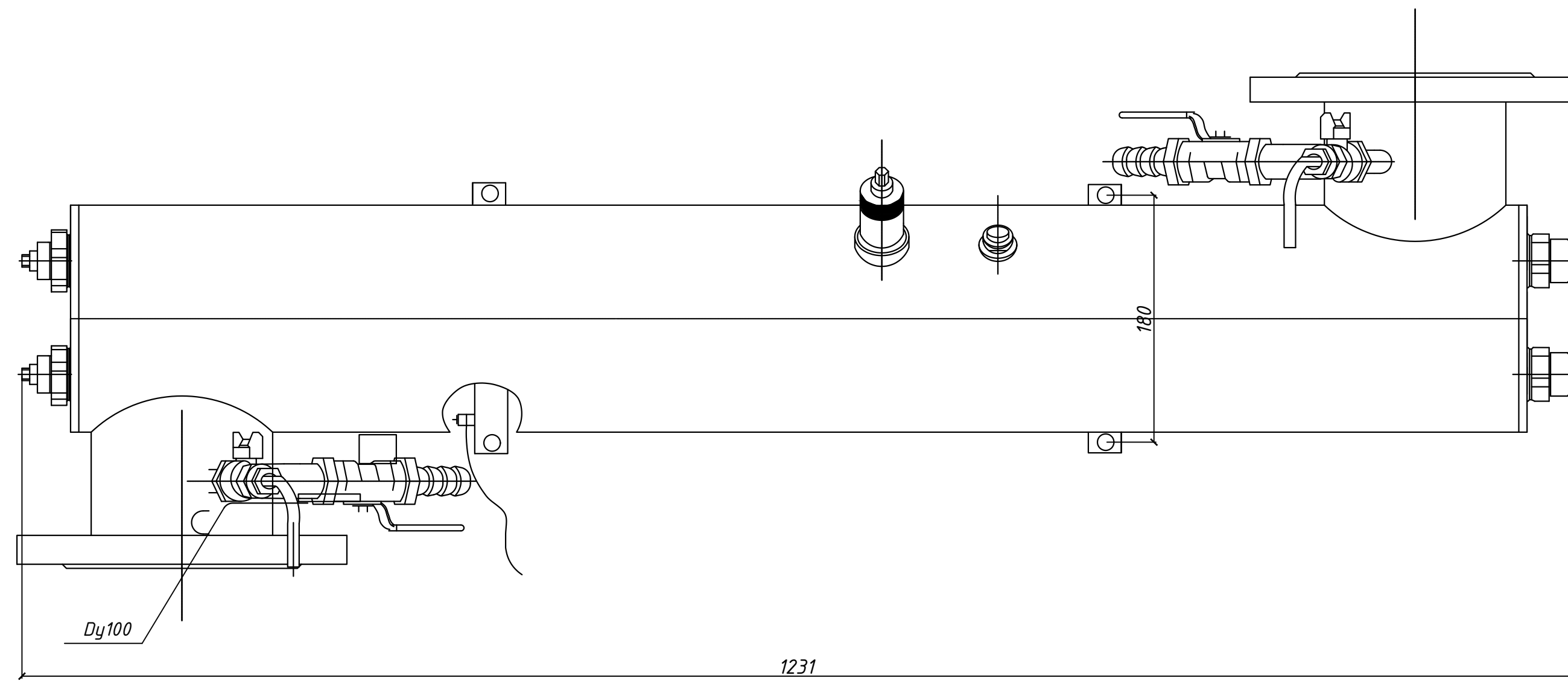
Экспликация напорного фильтра

№	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

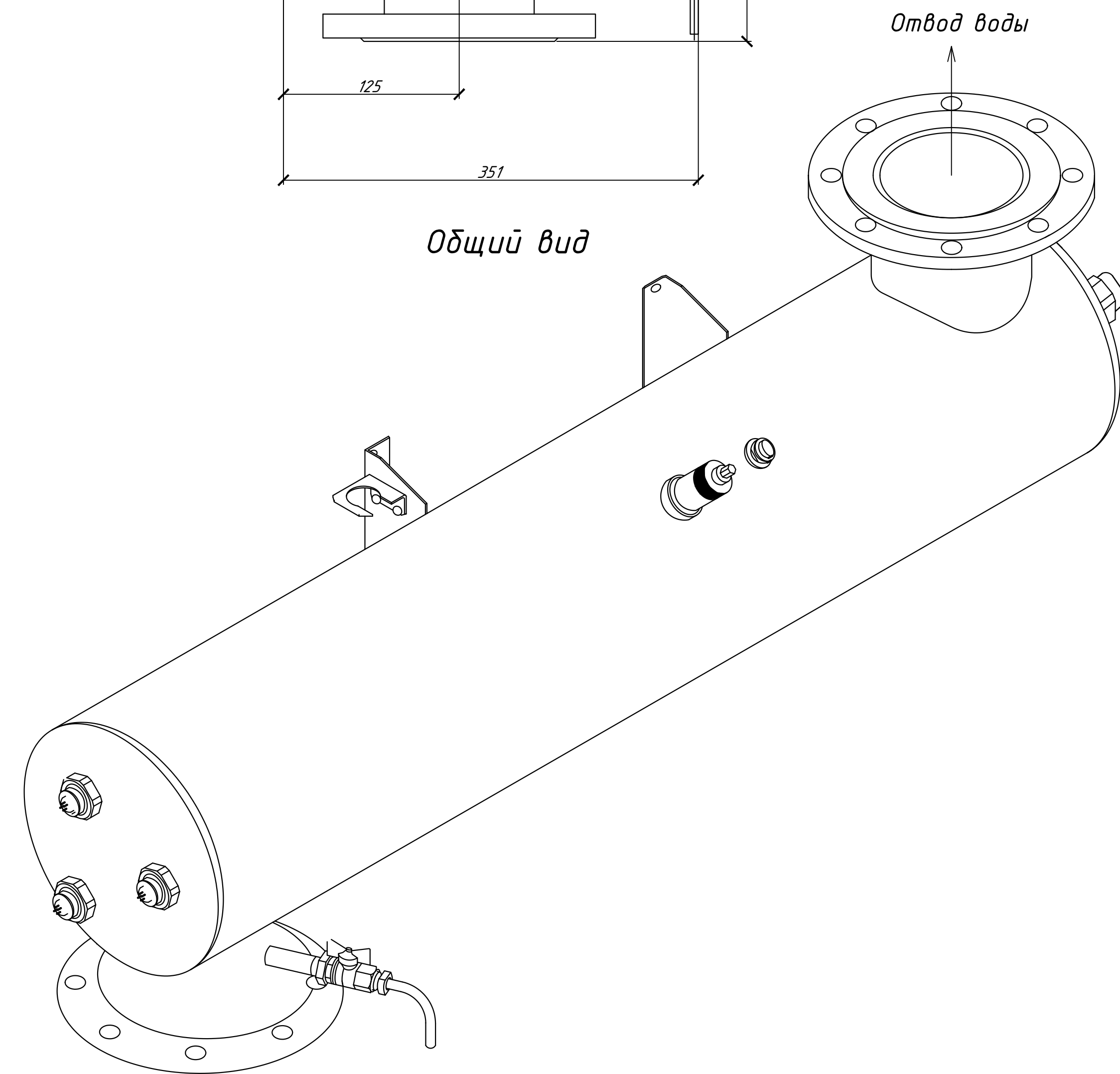
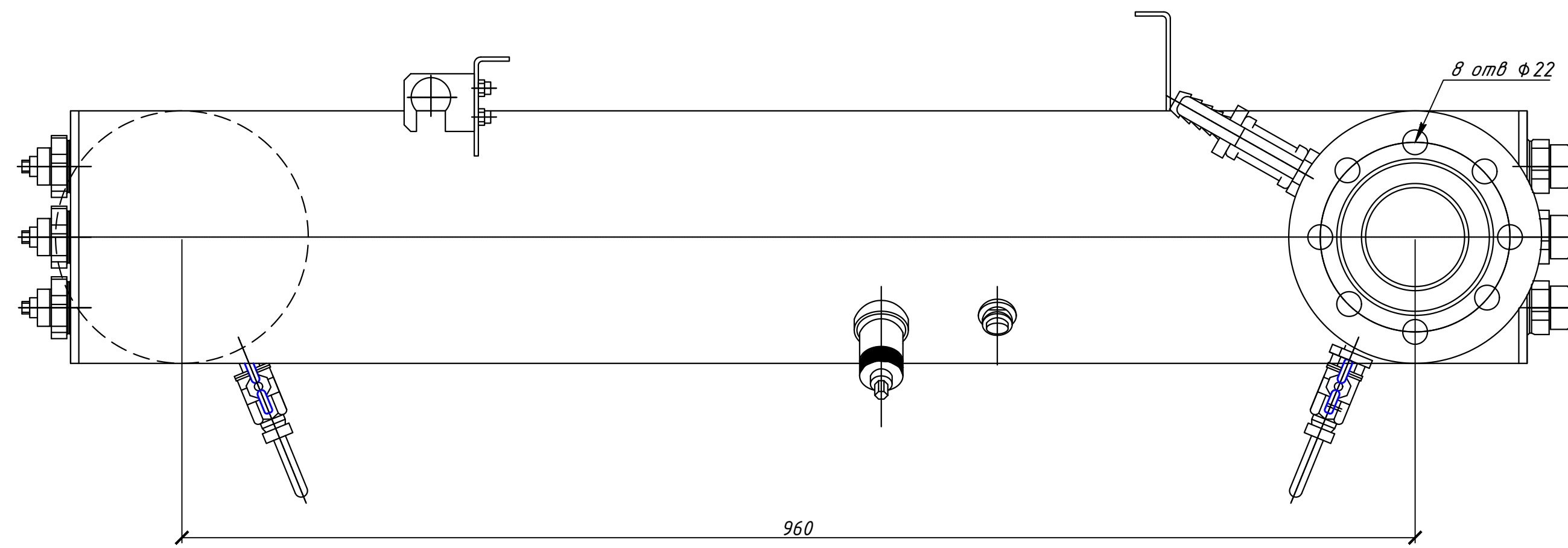
БР 20.03.02.06 - 2021										
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт										
Изм.	Кол.	Лист	№Вок	Подпись	Дата	Оптимизация системы обратного водопользования для предприятий птицеводства		Стдия	Лист	Листов
Разраб.	Шарова								4	7
Руководит.	Дубровская									
						Вертикальный напорный фильтр, Рефайнер		Кафедра ИСЭИС		
Н. контр.	Дубровская									
Зав. каф.	Матвеевко									

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

М 1:4



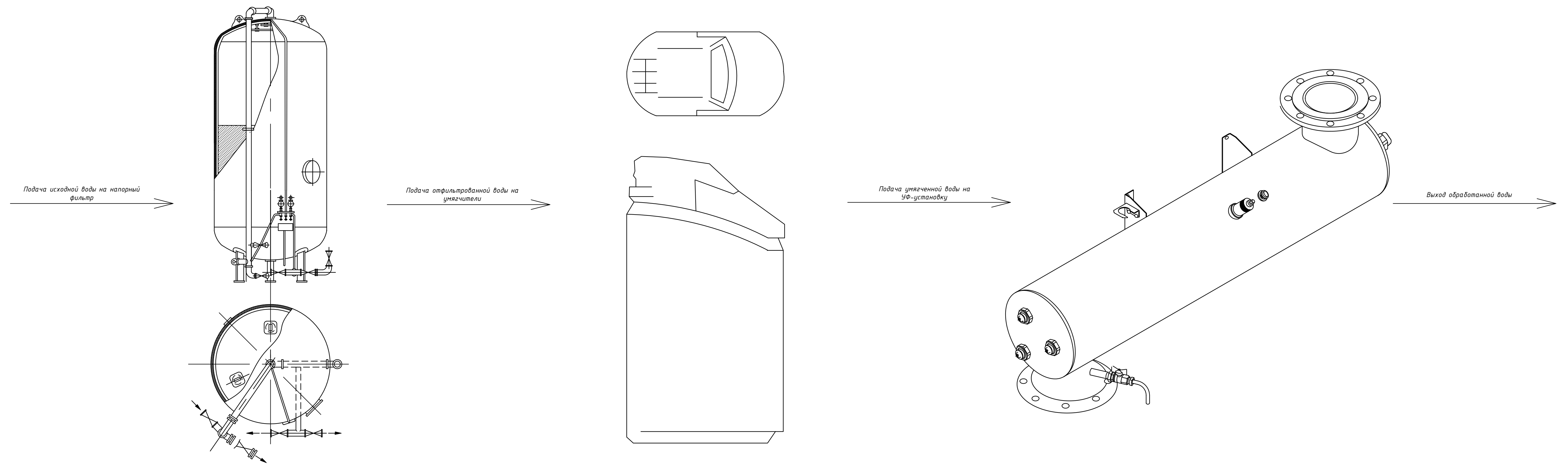
Общий вид



Подвод воды

						БР 20.03.02.06 - 2021			
						Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. у.	Лист	ИР/вкл	Подпись	Дата	Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятий птицеводства	Стадия	Лист	Листов
								5	7
Н. контр.	Д.в.р.б.к.и.					Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "УДВ-ЗА300Н-10-100"			Кафедра ИСЭИС
Зав. каф.	Матвеевко								

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 умягчителя, Э, %	Концентрация общей жесткости после умягчителей, 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

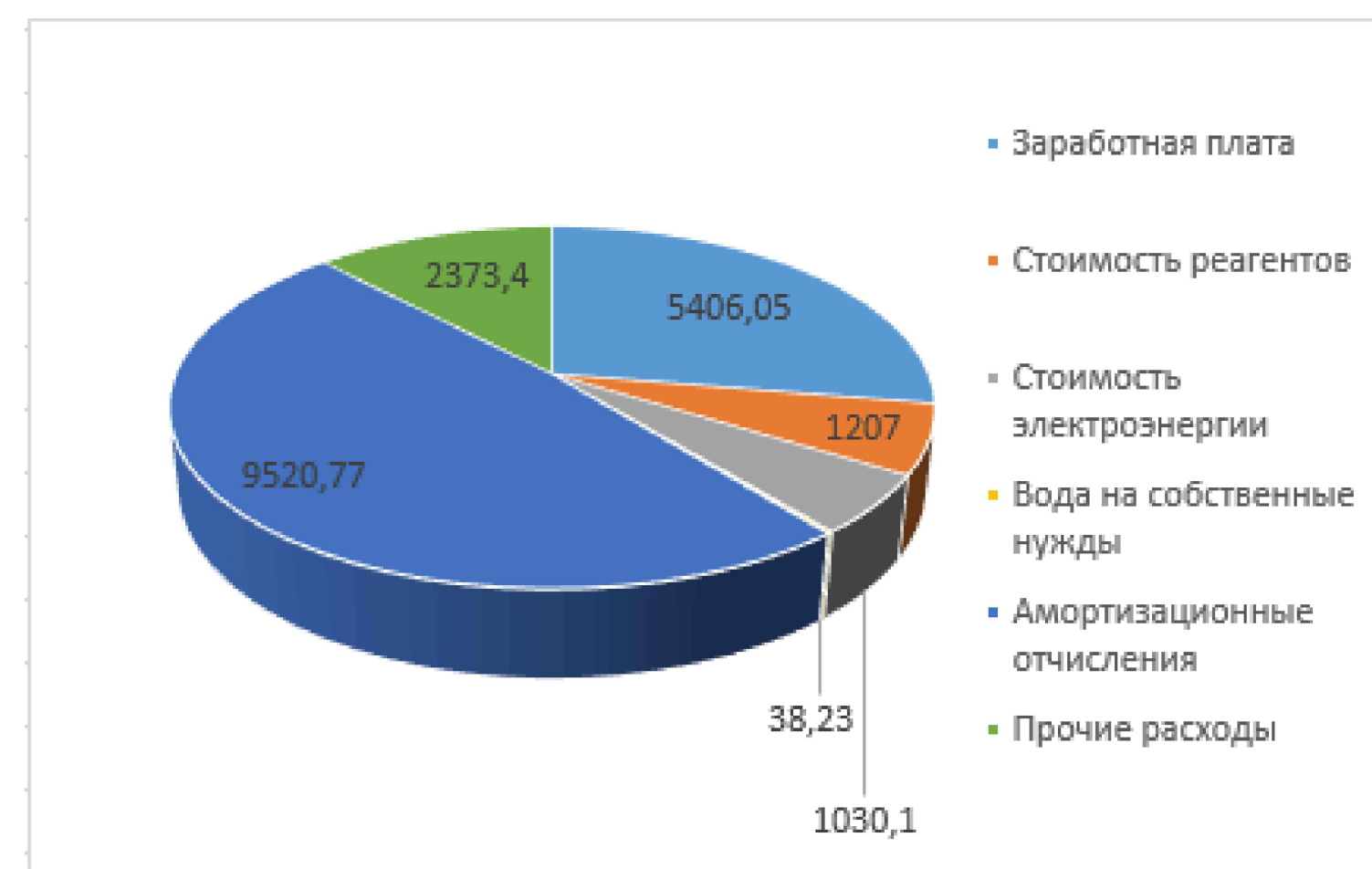
Эффективность очистки схемы водоподготовки, Э, %
98,9%

БР 20.03.02.06 - 2021					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Шарова				
Руководит.	Дубровская				
И. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матвеева				
Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятий птицеводства				Стандия	Лист
Технологическая схема водоподготовки					Листов
				6	7
				Кафедра ИСЗиС	

Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Количество по существующей схеме	Количество по предлагаемой схеме
Производительность	тыс. м ³ /год	43800	36803
Обслуживающий персонал	человек	16	16
Капитальные вложения	тыс. руб	38158,2	46300,6
Эксплуатационные затраты	тыс. руб/год	21978,9	15546,9
В том числе:			
Заработная плата	тыс. руб/год	5406,05	5406,05
Стоимость реагентов и материалов	тыс. руб/год	1207,0	1013,1
Стоимость электроэнергии	тыс. руб/год	1030,1	1093,2
Вода	тыс. руб/год	38,23	3365,48
Амортизационные отчисления	тыс. руб/год	9520,77	719,54
Стоимость тепловой энергии	тыс. руб/год	31,0	31,0
Стоимость ремонта	тыс. руб/год	5292,04	6365,06
Плата за сброс загрязняющих веществ	тыс. руб/год	172,3	-
Прочие расходы	тыс. руб/год	2373,4	613,2
Простой срок окупаемости	лет		10

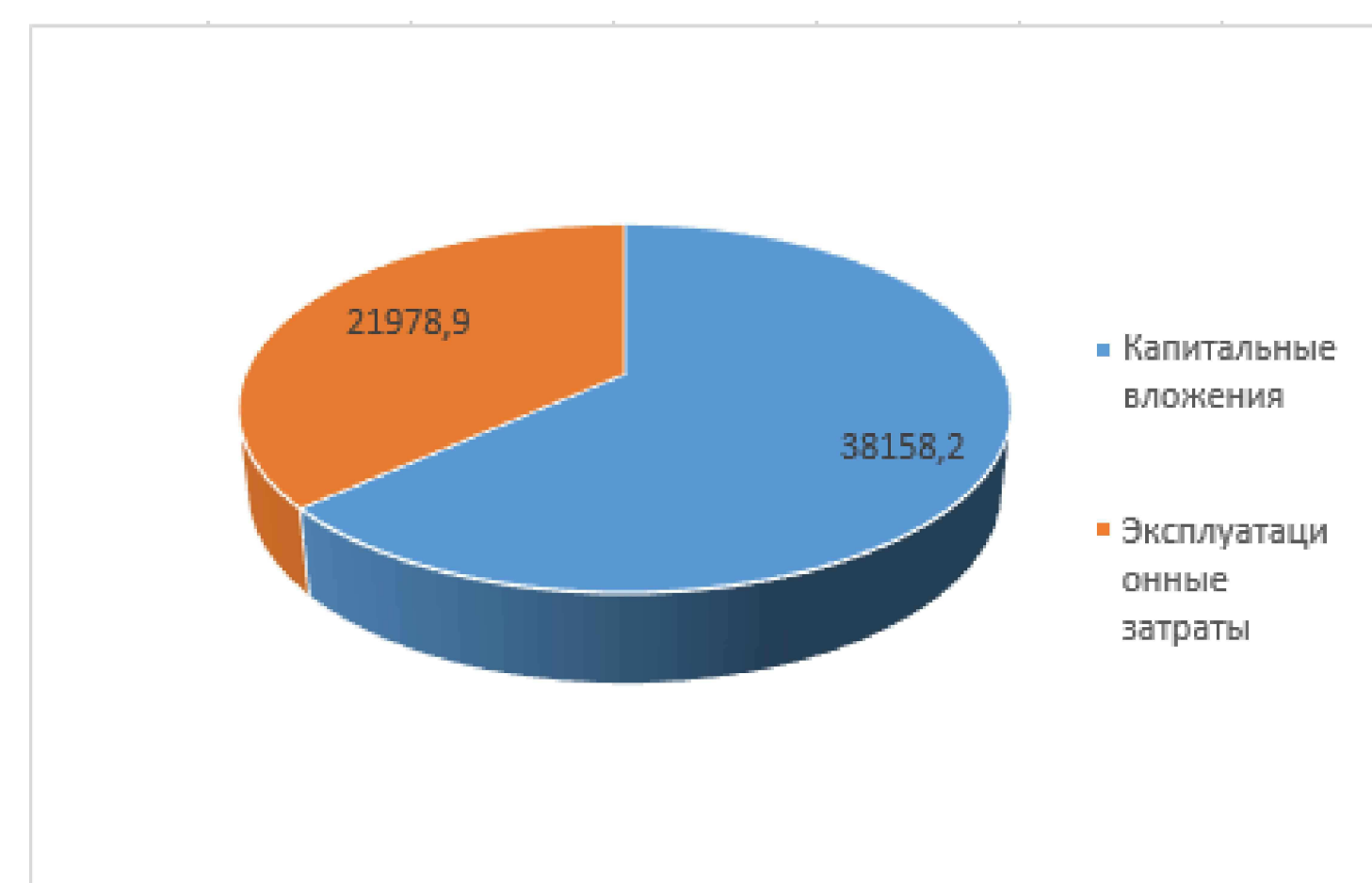
Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении для существующей схемы



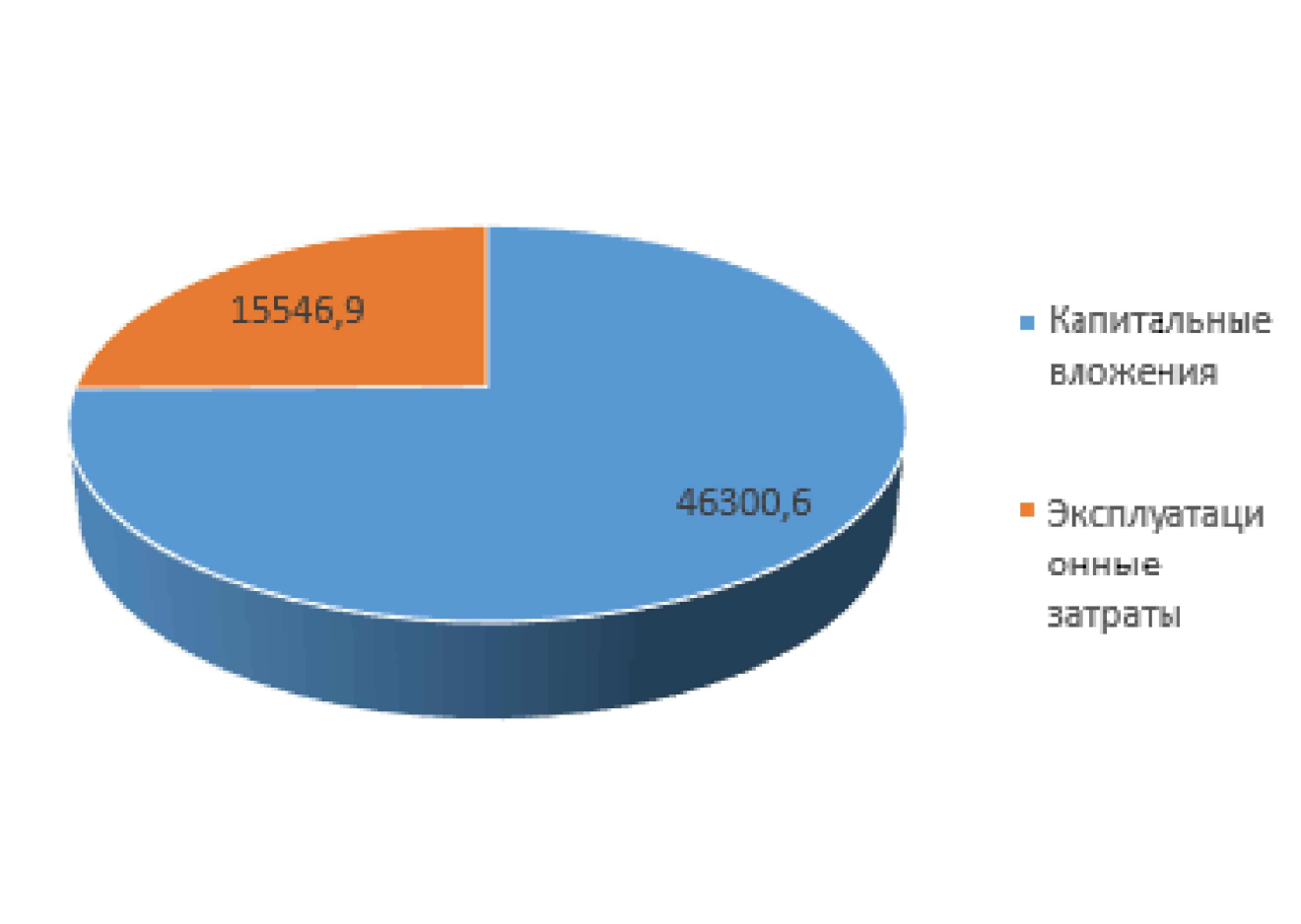
Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении для предлагаемой схемы



Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении для существующей схемы



Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении для предлагаемой схемы



БР 20.03.02.06 - 2021									
Сибирский федеральный университет									
Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Оптимизация системы оборотного водопользования для предприятий птицеводства		Стадия	Лист
Разраб.	Шарова								7
Руководит.	Дубровская								7
И. контр. Зав. каф.						Дубровская Матвеева		Технико-экономические показатели	
								Кафедра ИЭСИС	

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

«20» 06 2021 г.

Выпускная квалификационная работа

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

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
по направлению

«Оптимизация системы оборотного водопользования
для предприятий птицеводства»
тема

Руководитель

 30.06.21. к.т.н., доцент
подпись, дата должность, ученая степень

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник

 30.06.21
подпись, дата

И.Я. Шарова
инициалы, фамилия