

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Экоаналитика и экозащита

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Реконструкция станции подготовки питьевой воды г. Нягань

Обучающийся

А.А. Медикова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

д.с.-х. н., доцент, Н.В. Шелепина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

## Аннотация

Доведение качества питьевой воды до гигиенических нормативов важнейшая задача, именно поэтому реконструкция водоочистных сооружений стала достаточно актуальной темой.

В первом разделе «Характеристика объекта исследования» представлено описание объекта исследования, состав подземных вод и характеристика Хуготского водозабора, описание станции питьевой воды в настоящее время.

Во втором разделе «Инновационные технологии подготовки питьевой воды» изучены вопросы современных подходов к деманганации воды, описаны преимущества и недостатки методов.

В третьем разделе «Мероприятия по реконструкции станции подготовки питьевой воды» приводится технологическая схема очистки воды. Описаны мероприятия по выбору технологии и проведению испытательных работ на пилотных установках.

В четвертом разделе «Охрана труда» представлена характеристика рабочих мест, реестр профессиональных рисков для рабочих мест, анкета с оценкой риска и значимостью оценки риска, диаграмма по уровню рисков на рабочих местах. Разработаны мероприятия по уменьшению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

В пятом разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» представлены антитеррористические мероприятия по защите объекта, а также мероприятия в чрезвычайных и аварийных ситуациях. Составлен паспорт безопасности участка водоподготовки.

В шестом разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» представлен годовой экономический эффект от доведения качества питьевой воды до нормативов по марганцу.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1 Характеристика объекта исследования.....	7
2 Инновационные технологии подготовки питьевой воды .....	14
3 Мероприятия по реконструкции станции подготовки питьевой воды.....	26
4 Охрана труда.....	41
5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....	52
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	58
Заключение .....	61
Список используемых источников.....	63
Приложение А Паспорт безопасности участка водоподготовки .....	67

## Введение

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что качество питьевой воды определяет здоровье населения и качество жизни. Качество и безопасность питьевой и горячей воды должны соответствовать гигиеническим нормативам.

Целью работы является реконструкция станции подготовки питьевой воды г. Нягань.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- проанализировать источники поступления воды, качество воды, поступающей на объект для очистки, действующую технологическую схему;
- оценить эффективность действующей технологии подготовки питьевой воды;
- рассмотреть современные подходы к деманганации питьевой воды, направления модернизации и реконструкции водоподготовительных объектов и установок;
- разработать мероприятия по реконструкции станции подготовки питьевой воды;
- провести анализ системы охраны труда на предприятии, составить характеристику рабочих мест, оценить уровень рисков и представить мероприятия по уменьшения высоких уровней рисков;
- проанализировать мероприятия для защиты объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Деманганация – «процесс удаления из жидкости растворенных в ней солей марганца» [8].

Качество и безопасность воды – «совокупность показателей, характеризующих физические, химические, бактериологические, органолептические и другие свойства воды, в том числе ее температуру» [9].

Кольматация – «процесс естественного проникновения или искусственного внесения мелких (коллоидных, глинистых и пылеватых) частиц и микроорганизмов в поры и трещины горных пород, в фильтры дренажных выработок и очистных сооружений, а также осаждение в них химических веществ способствующее уменьшению водопроницаемости» [8].

Охрана труда – «неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [21].

Оценка профессиональных рисков – «выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [21].

Питьевая вода – «вода, за исключением бутилированной питьевой воды, предназначенная для питья, приготовления пищи и других хозяйственно-бытовых нужд населения, а также для производства пищевой продукции» [9].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

рН – водородный показатель.

ВОС – водоочистные сооружения.

КПП – контрольно-пропускной пункт.

МКП – Муниципальное казенное предприятие.

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

РЧВ – резервуары чистой воды.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

УФО – ультрафиолетовое обеззараживание.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

## 1 Характеристика объекта исследования

«Качественной признается питьевая вода, подаваемая абонентам с использованием систем водоснабжения, если при установленной частоте контроля в течение года не выявлены: превышения уровней гигиенических нормативов по микробиологическим паразитологическим, вирусологическим показателям, уровней вмешательства по радиологическим показателям, превышения уровней гигиенических нормативов органолептических, обобщенных показателей, неорганических и органических веществ более, чем на величину ошибки метода определения показателей» [20].

«Забор воды для холодного водоснабжения с использованием централизованных систем холодного водоснабжения должен производиться из источников, разрешенных к использованию в качестве источников питьевого водоснабжения в соответствии с законодательством Российской Федерации» [9]. Водоснабжение централизованной системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Нягань осуществляется из подземных источников, а именно из Хуготского водозабора.

Хуготское месторождение охватывает часть площади развития атлымского водоносного горизонта-основного объекта водоснабжения Тюменского Зауралья, приуроченного к бассейну реки Хугот. Границы месторождения на западе и на востоке природные и устанавливаются на востоке – по участкам резкого сокращения мощности продуктивных отложений, на западе – с изменениями направления русла реки Хугот с субмеридиального на широтное. Северная и южная границы условные и устанавливаются по линии частичного поверхностного водосброса реки Хугот между западной и восточной границами. Мощность атлымского водоносного горизонта изменяется от 100 м и более до полного выклинивания. В целом атлымский горизонт является безнапорным.

Геологическим строением определено расположение семи водозаборных узлов на участках повышенной мощности водоносного

горизонта. Для эксплуатации Хуготского месторождения подземных вод используется узловая схема из 36 водозаборных скважин в виде ряда протяженностью около 4 км, расположенного вдоль левого берега реки Хугот.

Территория, где пробурены скважины, расположена в лесном массиве, свободна от застройки, на ней отсутствуют источники загрязнения почвы и подземных вод. Водоносный комплекс залегает в интервале глубин от 80 до 100 м, характеризуется отложениями Тавдинской и атлымской свит, ледово-морской и флювиогляциальной образований, соответственно, шайтанской и свит, аллювиальными отложениями. Продуктивный водоносный горизонт приурочен к пескам атлымской свиты, пассивно повторяющим изгибы кровли тавдинских глин, представлен серыми и светло-серыми кварцевыми песками, в некоторых отмечаются прослой глины. Пески от мелко до среднезернистых, хорошей степени сортировки, содержание тонкозернистой, пылеватой и глинистой фракции в сумме не превышает 10 %. Гидрохимические условия месторождения простые. Формирование химического состава подземных вод происходит в таежных ландшафтах кислого и кислого глеевого классов с активным промывным режимом при отсутствии с разреза активно выщелачивающихся коллекторов. Вода обладает малой минерализацией, имеет умеренную жесткость, которая является карбонатной, хлоридно-гидрокарбонатной и имеет натриево-кальциево-магниевый состав. Хуготский водозабор расположен на юго-востоке от города в 24 км, на левом берегу реки Хугот, которая является левым притоком реки Обь. Хуготское месторождение эксплуатируется с сентября 1989 года. За период эксплуатации освоено 7 водозаборных узлов, пробурено 55 скважин. На момент обследования в работе находилась 31 скважина. Остальные скважины выведены из эксплуатации по причине кольматации. Хуготский водозабор используется для хозяйственно-питьевых и производственных нужд города Нягани. Водоснабжение осуществляется за счет подземных вод Алтымского водоносного горизонта.

Лицензия на недропользование с целью добычи пресных подземных вод для питьевого и производственного водоснабжения города Нягани ХМН 02339

ВЭ от 24.12.2008 г., срок действия до 23.12.2028 г., с лимитом 11862,5 тыс. м<sup>3</sup>/год. Аналитическая лаборатория контролирует качество подземных вод Хуготского водозабора. Анализ каждой действующей скважины проводится не менее чем один раз в год по показателям, утвержденным программой производственного контроля. Данные химических анализов воды из скважин Хуготского водозабора за 2024 год приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты полного анализа воды Хуготского водозабора за 2024 год

Определяемый показатель	Единица измерения	Результаты испытаний (исследований)	Норматив по СанПиН 1.2.3685-21 [1]
Запах при t=20С°	балл	0	2
Вкус	балл	0	2
Цветность	градусов цветности	2,8	20
Мутность (по формазину)	ЕМФ	1,8	2,6
Водородный показатель (рН)	ед. рН	6,1	6-9
Перманганатная окисляемость	мг/дм <sup>3</sup>	0,9	5
Аммиак и аммоний ионы	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	2
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,02	3
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	1,1	45
Жесткость	Ж°	0,9	7
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	142	1000
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	менее 5,0	350
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	36,6	500
Железо валовое	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,3
Ионы меди	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,0010	1
Фториды	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,15	1,5
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,34	0,1
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,005	5
Массовая концентрация анионных поверхностно-активных веществ	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,025	0,5
Алюминий	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,01	0,2
Бор	мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,05	0,5
Фенолы общие	мг/дм <sup>3</sup>	0,0005	0,001
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,1

Исходная вода со станции первой ступени очистки не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных Постановлением Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 [1] по содержанию марганца.

В настоящее время водоснабжение г. Нягань осуществляется от Хуготского водозабора подземных вод с суммарным дебитом 30000 м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время на объекте построены и введены в эксплуатацию здания и сооружения первой ступени очистки воды (обезжелезивание). Станция работает в автоматическом режиме, очищенная вода подается в город. Для доведения качества питьевой воды до нормативных требований необходимо запроектировать вторую ступень очистки питьевой воды – очистку воды от марганца.

В 2013 году введен в эксплуатацию и используется первый этап комплекса водоочистных сооружений (далее – ВОС) на территории площадки водоподготовки, согласно проекта: «Питьевое водоснабжение города Нягани – 30000 м<sup>3</sup>/сут». Технологической схемой предусматривается безреагентный метод очистки питьевой воды, которая включает: подачу артезианской воды на площадку станции очистки воды; декарбонизацию; обезжелезивание на фильтрах первой ступени; возврат в голову процесса очистки воды промывной воды.

Вода со станции второго подъема Хуготского водозабора поступает на станцию подготовки питьевой воды, где попадает в декарбонизаторы. Механическая очистка состоит из трех линий по восемь напорных фильтров в каждой. Все три линии одновременно находятся в работе. Из декарбонизаторов вода поступает в накопительные емкости.

Для подачи воды из емкостей на фильтры установлены шесть насосов RITZ Norma 150-4002/E (по два насоса на линию, один насос рабочий и один

резервный). Производительность насосов составляет 400 м<sup>3</sup>/ч при давлении 4 бар каждый.

Насосы управляются частотным приводом, который поддерживает уровень в накопительных емкостях перед насосами 75 % от максимального. В сооружениях станции очистки воды происходит основная очистка воды от железа.

Технологическая схема водоподготовки включает в себя три автономно работающих одноступенчатых блока обработки воды производительностью 10 000 м<sup>3</sup>/сут каждый. Каждый из блоков обработки воды состоит из следующих сооружений:

- декарбонизатор-аэратор (1 шт.), в состав которого входит декарбонизатор, вентилятор типа ВЦ14-46-4 производительностью 4500-6500 м<sup>3</sup>/ч, накопительная емкость объемом 50 м<sup>3</sup>;
- технологических насосов типа RITZ Norma 150-400.2/E;
- фильтров напорных первой ступени типа ФНО-3,0-0,6 – 8 шт. производительностью 51-58 м<sup>3</sup>/ч;
- промывочных насосов типа RITZ Norma 150-250.2/E производительностью 249,9 м<sup>3</sup>/ч.

Исходная вода от насосной станции второго подъема подается в станцию очистки воды по двум водоводам диаметром 500 мм. Внутри здания водоводы объединяются и разделяются на три блока, на каждом из которых устанавливаются водомерные устройства. После водомерных устройств вода подается в декарбонизаторы-аэраторы.

Декарбонизатор-аэратор предназначен для удаления из исходной воды избыточных концентраций свободной углекислоты и первичного окисления железа кислородом воздуха, подаваемого в дегазационную колонну вентилятором. Для подачи воды в систему напорных фильтров первой ступени применяются технологические насосы.

Фильтры напорные первой ступени загружаются кварцевым песком крупностью 0,8-2,0 мм, на котором образуется каталическая биохимическая

пленка, обеспечивающая обезжелезивание воды. Образующиеся при окислении хлопья гидроксида железа отделяются фильтрованием на кварцевых фильтрах. Обезжелезенная вода после фильтров первой ступени под остаточным напором направляется в резервуары чистой воды (далее – РЧВ).

Для регенерации фильтрующего материала фильтров предусматривается его промывка.

Промывка загрузки напорных кварцевых фильтров осуществляется обратным током фильтрованной воды при помощи насосов подачи из резервуаров промывной воды. Хранение запаса промывной воды предусмотрено в резервуарах чистой воды. Рабочий режим работы фильтров и периодичность промывки уточняются в процессе пуска наладочных работ.

Отработанные промывные воды отводятся на сооружения по обороту промывной воды фильтров – отстойник промывных вод, из которого осветленная вода подается в голову очистных сооружений, а образующийся осадок в выгреб. В здании для фильтров предусмотрены склад для хранения запаса фильтрующего материала и мастерская по мелкому ремонту оборудования, запорной арматуры, трубопроводов.

В здании участка обеззараживания воды размещается оборудование по приготовлению раствора гипохлорита натрия и установке ультрафиолетового обеззараживания воды (далее – УФО).

Раствор гипохлорита натрия предназначен для первичного обеззараживания очищенной воды перед поступлением в резервуары чистой воды, по предписанию Роспотребнадзора в паводковый и осенний периоды. Очищенная вода после резервуаров, перед подачей в город, обеззараживается на установках УФО типа ДВ-50м-1000.

Участок обработки промывных вод фильтров. Сооружения по обработке промывной воды представляют собой четыре двухсекционных резервуара – отстойника и насосную станцию.

Технологической схемой обработки промывных вод предусматривается

отстаивание промывных вод в отстойниках, отвод осветленной воды в «голову» очистных сооружений и подача осадка в шламонакопитель.

Промывные воды от фильтров поступают в блок отстойников промывных вод, которые являются отстойниками контактного типа. В трубопровод подачи на отстойники вводятся растворы коагулянта и флокулянта для улучшения и ускорения процесса осаждения осадка.

Вывод по разделу 1.

Первый этап комплекса ВОС предусматривает безреагентный метод очистки питьевой воды, которая включает: подачу артезианской воды на площадку станции очистки воды, декарбонизацию, обезжелезивание на фильтрах первой ступени и возврат в голову процесса очистки воды промывной воды.

Анализ подземных вод Хуготского водозабора показал, что исходная вода не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 [1] по содержанию марганца. На данный момент станция очистки питьевой воды оснащена технологией, которая эффективно удаляет из воды только железо. Однако для соответствия питьевой воды нормативным требованиям необходимо внедрение дополнительной ступени очистки – деманганации.

## 2 Инновационные технологии подготовки питьевой воды

«Известные в технологии методы улучшения качества воды методы ее деманганации можно классифицировать на безреагентные и реагентные, на сорбционные, ионообменные и биохимический. На ВОС чаще всего применяют следующие безреагентные методы деманганации и обезжелезивания: глубокую аэрацию и фильтрование, упрощенную аэрацию с последующим фильтрованием, биологический метод, метод «Виредокс», ультрафильтрацию» [3].

«Метод глубокой аэрации производится в аппарате вакуумно-эжекционного типа. В очищаемой воде под воздействием вакуума осуществляется удаление свободной углекислоты. По этой причине возрастает жесткость воды. После чего в эжекционном модуле при капельном распылении воды происходит насыщение кислородом воздуха. Ионы марганца при аэрации подвергаются процессу окисления до трех- и четырехвалентного марганца, затем в процессе гидролиза выпадает в виде гидроксидов в осадок. В связи с тем, что окислительные реакции марганца проходят медленно и зависят от жесткости, для максимального удаления марганца из воды ее подщелачивают и отстаивают. После оседания вода фильтруется через фильтр, наполненный песком. Оценка метода аэрации с последующим фильтрованием выявила, что эффективность очистки воды от марганца понижается в зависимости от отношения концентрации марганца к суммарному содержанию марганца в воде» [6].

«Метод упрощенной аэрации, является наиболее распространенным и широко применяется на большинстве станций обезжелезивания и деманганации воды в России. К достоинствам такой очистки относятся простота реализации и стабильность качества очищенной воды. Однако, использование данного метода эффективно только при следующем качестве исходной воды: общее содержание железа не должно превышать  $15 \text{ мг/дм}^3$ , сероводорода – не более  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , перманганатная окисляемость должна

быть не более 15,0 мг/дм<sup>3</sup>. В противном случае, очищенная вода может быть нестабильна и при движении ее по металлическим трубам возможно вторичное обогащение железом. Упрощенная аэрация основана на принципах окисления ионов двухвалентного железа на зернах фильтрующего слоя и удержании формирующихся соединений. В это же время, в толще загрузки фильтра одновременно происходит окисление и гидролиз» [6].

«Период выработки фильтрующего материала (период образования адсорбционно-каталитической пленки) может длиться до нескольких суток, а иногда и больше, что в последующем приводит к стабильной работе фильтра. Сероводород, растворенная углекислота, гуминовые кислоты, аммиак, фосфаты негативно влияют на катализатор-пленку и снижают ее эффективность. Эту проблему можно решить путем снижения скорости фильтрации в связи с понижением скорости окисления марганца или обращения к другим методам. Это позволит достигнуть нужной степени очистки воды. Желательно применять упрощенную аэрацию с фильтрованием после нее. Используя слив воды из воронки или перфорированного лотка с высоты от 0,5 до 1,0 м в карман или канал фильтра, или используя нагнетание воздуха в очищаемую воду, осуществляют способ упрощенной аэрации. Возможно применение следующих фильтрующих загрузок: дробленый и недробленый керамзит, кварцевый песок, колотый гранитный щебень, антрацит, пемза» [3].

«Биохимический метод удаления марганца заключается в использовании железо-марганцепотребляющих бактерий типа: *Bacteria manganicus*, *Metallogenium ersonatum*, *Caulococcus manganifer*; коковых форм: *Ochrobium tectum*, *Arthobacter-Siderocapsa*; нитчатых форм: *Leptothrix*, *Crenotrix* из воды. Для этого на зернах загрузки высевают бактерии типа: *Bacteria manganicus*, *Metallogenium personatum*, *Caulococcus manganifer* с последующим фильтрованием обрабатываемой воды. Бактерии, отмирая образуют на зернах песка пористую массу, содержащую большое количество оксида марганца, катализирующего окисления марганца (II). Широко

используются два типа биологических процессов: аэробные (в которых микроорганизмы используют растворенный в воде кислород) и анаэробные (в которых микроорганизмы не имеют доступа ни к свободному, ни к растворенному кислороду, ни к другим, предпочтительным в энергических отношениях акцепторам электронов)» [2].

«Определение условий фильтрации воды, таких как скорость и дополнительное насыщение кислородом, позволяет эффективно удалять марганец из воды. Ключевым требованием является поддержание низкого уровня кислотности при подаче кислорода из атмосферы в минимальных количествах. Завершением процесса биологической очистки воды от железа становится сорбционная очистка, направленная на локализацию продуктов жизнедеятельности железобактерий, а также окончательное обеззараживание воды с использованием бактерицидных лучей» [2].

«Несмотря на все свои достоинства, включая экологичность, с точки зрения биоремедиации существует один недостаток – относительно низкая скорость процесса. Это, в частности, подразумевает, что для достижения высокой производительности необходимы большие емкостные сооружения» [2].

«Деманганация и обезжелезивание воды методом «Виредокс» осуществляется путем обработки подземных вод непосредственно в водоносном пласте кислородом (закачка в водоносные горизонты воды, обогащенной воздухом). Марганец и железо окисляются. В толще водоносного грунта образуются нерастворимые соединения. Схема весьма проста и экономична, но оправдана только в случаях, когда содержание марганца в подземной воде не превышает  $0,5 \text{ мг/дм}^3$  и достаточно высокая жесткость. Использование в водоподготовке мембран не входит в число стандартных методов снижения концентрации марганца в воде. Они довольно широко применяются в промышленности, но основное их предназначение изначально заключалось в удалении бактерий, простейших и вирусов,

частичном или глубоком обессоливании, то есть в глубокой доочистке воды» [5].

«Микрофльтрационные мембраны применяют для удаления уже окисленного трехвалентного железа и марганца, ультрафльтрационные и нанофльтрационные мембраны способны снизить концентрацию коллоидного и бактериального железа, а обратноосмотические мембраны удаляют даже растворенное органическое и неорганическое железо. На практике применение мембран в промышленных масштабах ограничивается некоторыми факторами: мембраны даже в большей степени, чем гранулированные фильтрующие среды и ионообменные смолы, критичны к «зарастанию» органикой и забиванию поверхности нерастворимыми частицами (в данном случае ржавчиной). Это означает, что мембранные системы требуют достаточно тщательной предварительной подготовки воды, в частности – удаления взвесей и органики. То есть мембранные системы применимы либо там, где нет органического, коллоидного, бактериального и трехвалентного железа, либо проблема с этими загрязнениями должна быть предварительно решена другими методами. Еще одним недостатком является стоимость. Мембранные системы пока недешевы и их применение рентабельно только там, где требуется очень высокое качество воды» [7].

«Ультрафльтрация – это метод мембранной очистки жидкости, в ходе которого раствор под давлением пропускают через фильтр, способный пропускать только определенные компоненты. Ввиду разности молекулярных масс растворенного вещества и растворителя, а также разного давления по обе стороны мембраны происходит очистка воды от посторонних включений. Молекулярные соединения, подлежащие удалению из раствора, остаются по ту сторону мембраны и не проходят через фильтр. В основе ультрафльтрационной очистки жидкостей лежит принцип, сходный с обратным осмосом» [6].

«Преимуществами данной технологии являются высокая степень восстановления системы и отличное качество получаемого продукта, которые

позволяют добиться высокоэффективного разделения и очистки материалов и высокой концентрации, отсутствие фазового перехода в процессе, отсутствие отрицательного влияния на состав материала, а процесс разделения и очистки всегда осуществляется при комнатной температуре, что подходит для обработки термочувствительных веществ, полностью устраняя недостаток высокой температуры на разрушение биологически активных веществ и эффективное сохранение живых и питательных веществ в исходной материальной системе. Система имеет низкое энергопотребление, короткий производственный цикл и низкие эксплуатационные расходы по сравнению с традиционным технологическим оборудованием, что позволяет эффективно снизить производственные затраты и повысить экономическую эффективность предприятий» [6].

«Недостатками данной технологии является отсутствие эффективного удаления растворенных органических загрязнителей, зависимость от температуры. Когда температура воды высока, вязкость воды больше, если поток остается прежним, это приведет к более значительному увеличению коэффициента сопротивления мембраны, что приведет к быстрому падению потока мембраны с частой обратной промывкой. Когда температура очень низкая, вода в оболочке мембраны может замерзнуть из-за низкой температуры и повредить нить мембраны. Также существует серьезная проблема загрязнения мембраны низшими неорганическими солями, коллоидами и растворенными органическими веществами, осадком и продуктами биоразложения мембраны» [6].

«Одним из перспективных направлений в решении очистки воды от марганца является использование сорбционных процессов, особенно с применением углеродных и природных минеральных сорбентов. Преимуществами этих материалов являются их низкая стоимость и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду. В последние годы разработаны технологии, позволяющие получать экономически эффективные сорбенты из различных исходных материалов, таких как уголь, торф, древесные отходы,

термически обработанные растительные остатки агропромышленного комплекса и нефтяные отходы» [7].

Известными способами сорбционной обработки воды являются: добавка активированного угля в виде реагента (углевание воды) и фильтрование воды через слой гранулированного зернистого сорбента в сорбционных фильтрах.

«Основным направлением исследований в области разработки новых эффективных технологий очистки вод является поиск новых сорбционных материалов. На сегодняшний день в практике деманганаии воды свое применение получили самые разнообразные неорганические и природные сорбенты. Все они характеризуются определенными технологическими свойствами и физико-химическими свойствами. Природные сорбенты обладают развитой удельной поверхностью и относительно высокой сорбционной способностью, они во много раз дешевле искусственных сорбентов и поэтому при их использовании возможно исключение стадии регенерации. Сорбция этими сорбентами получила меньшее распространение в основном из-за невысокой емкости по отношению к улавливаемым компонентам и недостаточной изученности механизмов сорбции. Запатентован способ адсорбционной очистки воды фильтрованием через активный прокаленный адсорбент. В качестве природного адсорбента использовали кремнистую породу смешанного минерального состава. Всевозрастающее применение природных сорбентов для очистки воды заставляет уделять особое внимание физико-химическому обоснованию рационального использования различных природных сорбентов в процессах водоочистки от коллоидных, молекулярных и ионных растворенных веществ. Разработка физико-химических принципов применения природных сорбентов для очистки воды невозможна без знания их структуры, химии поверхности, сорбционных и ионообменных характеристик. К сожалению, при использовании природных материалов в технологических процессах, связанных с сорбцией ионным обменом, фильтрацией, осаждением распространен эмпирический подход, что затрудняет применение дешевых и

эффективных фильтрующих материалов, сорбентов, ионообменников, сорбентов-осадителей в водоподготовке» [7].

«Удаление марганца из воды с использованием ионного обмена осуществляется как при натриевом, так и при водородном катионировании, когда вода проходит через катионитовую загрузку в процессе умягчения. Этот метод рекомендуется применять в случаях, когда необходимо одновременно провести глубокое умягчение воды и удалить двухвалентное железо и двухвалентный марганец» [7].

«Метод ионного обмена основан на применении катионитов и анионитов, сорбирующих из обрабатываемых сточных вод катионы и анионы растворенных солей. По химической природе иониты бывают неорганическими (минеральными) и органическими, по происхождению: природными и искусственными или синтетическими. Иониты подразделяют на типы и группы по специфическим свойствам, особенностям структуры, назначению. Практическое значение из неорганических ионитов имеют природные и синтетические алюмосиликаты (некоторые глинистые минералы, цеолиты, пермутиты), гидроокиси и соли многовалентных металлов, также находят применение иониты, полученные химической обработкой угля, целлюлозы, лигнина и других материалов, выпускаемых в виде порошка, сферических гранул или зерен, волокнистого материала, листов или пленок (ионитовых мембран). В процессе фильтрования предварительно аэрированной и при необходимости подщелоченной воды на зернах песчаной загрузки образуется слой осадка гидроксида марганца  $Mn(OH)_4$ . Ионы растворенного  $Mn^{2+}$  адсорбируются поверхностью гидроксида марганца и гидролизуются, образуя оксид трехвалентного марганца  $Mn_2O_3$ . Последний окисляется растворенным кислородом вновь до  $Mn(OH)_4$ , который опять участвует в процессе каталитического окисления» [7].

«Каталитические фильтрующие загрузки для воды используют для безреагентного окисления железа, марганца, сероводорода и некоторых других легкоокисляемых вредных примесей. Каталитические загрузки для

очистки воды изготавливают из природного сырья, чаще всего используются породы алюмосиликатов и опоки. Иногда в процессе производства их поверхность покрывают дополнительной каталитической пленкой, образующейся при обработке частиц сырья соединениями марганца» [7].

Примерами таких загрузок для удаления марганца или железа могут являться: «СуперФерокс», Фильтрующая загрузка «MSFerox», Фильтрующая загрузка MFO-47 (МФО-47), «Birm» и так далее.

«К числу реагентных методов деманганации воды прежде всего относятся окислительные с использованием хлора и его производных: озона, перманганата калия, технического кислорода. К ним относятся и методы, предусматривающие использование щелочных реагентов. Для окисления двухвалентного марганца в диоксид марганца должен поддерживаться определенный окислительно-восстановительный потенциал, значение которого зависит от требуемой в данном конкретном случае концентрации остаточного марганца и рН среды» [8].

«Очистка воды, от марганца с использованием хлора. Скорость окисления ионов двухвалентного марганца хлором, озоном, оксидом хлора зависит от величины рН среды. Хлор является сильным окислителем, однако эффект окисления им марганца может быть достаточно полным при значениях рН от 8 до 8,5, что чаще всего требует подщелачивания воды. На окисление 1 мг Mn(II) в Mn(IV) требуется 1,3 мг хлора. Экспериментальные исследования показали, что хлор окисляет двухвалентный марганец при рН, равном 7, за 60-90 мин всего на 50 %. В отсутствии аммиака и аммоний-ионов при рН, равном 8, окисление марганца хлором за 60-90 мин завершается полностью, остаточное содержание марганца в воде составляет 0,05-0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Остаточное содержание марганца в воде, подвергнутой хлорированию и фильтрованию, через 60 мин при исходной концентрации марганца 10 мг/дм<sup>3</sup> составило: при рН воды, равном 9, 5,0 мг/дм<sup>3</sup>; при рН, равном 9,5 1,3 мг/дм<sup>3</sup>; при рН, равном 10, менее 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, то есть эффект

окисления хлором был намного ниже эффекта окисления кислородом воздуха в присутствии катализатора» [8].

«Исследования Назарова А.И. показали, что слабый окислитель (кислород) в присутствии более сильного (хлора) активизируется. Это позволило разработать технологию деманганаии воды, сущность которой сводится к глубокой аэрации воды, что влечет за собой повышение рН, обогащение воды кислородом воздуха, окисление двухвалентного железа с образованием гидроксида. Затем в «водяную подушку» фильтра вводится хлор, воздействующий как окислитель и как катализатор окислительного действия растворенного кислорода. В результате в поровом пространстве фильтрующей загрузки формируется гидроксид железа, на поверхности которого адсорбируется, а затем окисляется марганец. Образующийся оксид марганца также катализирует процесс окисления марганца. Процесс деманганаии воды зависит от ее температуры, водородного показателя, окисляемости, присутствия силикатов, соотношения железа и марганца в воде» [8].

«Деманганаии воды при помощи озона с последующим фильтрованием. Озон имеет высокий окислительно-восстановительный потенциал, что является главной причиной его активности по отношению к различного рода загрязнениям воды. При диспергировании озона в воду осуществляют два основных процесса – окисление и дезинфекция. Окисляя комплексные соединения, озон устраняет цветность воды и вызывает осаждение железа и марганца. Одновременно производится обеззараживание воды и улучшение ее органолептических свойств» [8].

«Результаты исследований процессов окисления иона марганца озоном показали, что расход последнего на 1 мг марганца составил: при концентрации марганца  $0,4 \text{ мг/дм}^3 - 2 \text{ мг/дм}^3$  и при концентрации  $0,8 \text{ мг/дм}^3 - 4 \text{ мг/дм}^3$ . Объяснить этот факт можно каталитическим разложением озона мелкодисперсной агрегативно-устойчивой взвесью оксидов марганца, образующихся в процессе озонирования воды. Удаление взвеси происходит

эффективно после фильтрования. Одними из плюсов озонирования являются: компактность озонаторных установок, возможность полной автоматизации всего процесса и отсутствие громоздкого реагентного хозяйства. Наибольшую концентрацию озона производит ион перманганата розоватого цвета. Но его образование можно легко предупредить уменьшением дозы озона» [5].

«Остаточный озон в питьевой воде должен быть в пределах от 0,1 до 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Время контакта озона с водой составляет от 5 до 20 мин. Оно варьирует в зависимости от структуры воды, концентрации озона и конструктивных особенностей смесителя. Особенно следует отметить, что озон очень токсичен и имеет возможность поражать органы дыхания. Еще одним минусом этого метода является дороговизна оборудования и большой расход электроэнергии, используемой при нем. Данный метод применяется при концентрациях соединений железа до 15 мг/дм<sup>3</sup> и марганца до 1 мг/дм<sup>3</sup> в водах подземных источников» [7].

«По данным Кожина В. Ф., для удаления органических соединений железа доза озона принимается равной содержанию закисного железа в исходной воде. Доза озона для окисления соединений марганца 1,45 мг/дм<sup>3</sup>. Гидроокись марганца и железа осаждается в воде и может быть удалена впоследствии при осветлении или фильтровании» [5].

Применительно к очистке воды от марганца и не только, из всех перечисленных реагентов озон выделяется своими существенными преимуществами, а именно:

- озон характеризуется наивысшим окислительным потенциалом среди прочих окислителей, что обуславливает его высокую эффективность и полноту окисления марганца;
- использование озона технологически удобно, поскольку он вырабатывается и применяется непосредственно на месте потребления, исключая необходимость в закупке и хранении, а также связанные с этим риски для персонала, присущие химическим реагентам;

- озонирование является безопасным методом очистки воды, поскольку оно не способствует увеличению содержания токсичных веществ или соединений, негативно влияющих на органолептические характеристики воды. Более того, озонирование не изменяет минеральный состав воды. Напротив, этот метод очистки приводит к значительному улучшению вкусовых качеств воды.

Благодаря этим преимуществам озон и технология озонирования воды позволяют получать питьевую воду высочайшего качества в промышленных масштабах без затрат на закупку реагентов или с минимальными затратами, практически без участия персонала и необходимости выполнять рутинные ручные операции, не поддающиеся автоматизации.

«Деманганация перманганатом калия. В подземных водах с большим содержанием органических веществ железо и марганец образуют, стойкие органические соединения, сложно выводящиеся при типовом хлорировании и обработке коагулянтом. Применение перманганата калия, как сильного окислителя, способствует разрушению этих соединений с последующим окислением ионов и флокуляцией продуктов окисления. Эффективность очистки воды перманганатом калия от марганца составляет 95-99 %» [3].

«Применение указанной технологии повышает стоимость 1 м<sup>3</sup> воды из-за потребности в создании реагентного хозяйства. Кроме того, использование перманганата калия оказывает дополнительную нагрузку на фильтры, что, в свою очередь, сокращает продолжительность фильтрационного цикла» [3].

«Деманганация воды фильтрованием через модифицированную загрузку. Метод фильтрования аэрированной воды через загрузку, обработанную оксидами марганца, имеет недостаток, заключающийся в постепенном измельчении частиц, образующих покрытие зерен загрузки, и проскоке их в фильтрат. Попытки исправить этот недостаток заключались в растворении этих частиц до того, как они обрели способность проскакивать в фильтрат, что усложняет процесс очистки воды. Другим недостатком деманганации фильтрованием через «черный песок» является значительный

расход перманганата калия. Для исключения указанных недостатков был запатентован метод деманганаии воды фильтрованием через модифицированную загрузку, приготавливаемую последовательным пропуском снизу-вверх через кварцевый песок растворов железного купороса и перманганата калия, что позволяет достичь экономики последнего. Для закрепления образующей пленки из гидроксида железа и оксида марганца на зернах фильтрующей загрузки последнюю затем дополнительно обрабатывают тринатрийфосфатом или сульфитом натрия. Обрабатываемая вода фильтруется сверху вниз со скоростью 8-10 м/ч» [8].

Вывод по разделу 2.

Проанализировав современные подходы удаления марганца из воды, можно сделать вывод, что выбор метода очистки воды зависит от показателей исходной воды, экономических факторов и доступности применения. Наиболее распространенными и эффективными безреагентными методами являются: метод упрощенной аэрации, метод ионного обмена, сорбционный метод очистки воды. Распространенными реагентными методами являются: метод озонирования и обработка воды перманганатом калия.

### **3 Мероприятия по реконструкции станции подготовки питьевой воды**

Проанализировав и сравнив методы деманганаии, рассмотрим две технологии удаления марганца:

- аэрация с последующим фильтрованием;
- озонирование с последующим фильтрованием.

В ноябре 2024 года на объекте ВОС проводились проектно-испытательские работы. Для проведения технологического процесса в максимально приближенным к реальным условиям, но в малом масштабе, использовались две пилотные установки производительностью 100 л/ч. Место размещения пилотных установок – фильтровальный зал у промывочных насосов.

Для доведения качества воды до нормативов, соответствующих СанПиН 1.2.3685-21 [1] по марганцу, были установлены комплексные технологически узлы деманганаии, включающие в себя:

- пилотная установка №1 – интенсивная аэрация с последующей фильтрацией в слое каталитической загрузки (рисунок 1);
- пилотная установка №2 – повышение рН исходной воды, введением сильного окислителя (озон), интенсивной аэрацией, с последующей фильтрацией в слое каталитической загрузки (рисунок 2).

Технология очистки воды по методу аэрации, с последующим фильтрованием – процесс, целью которого является окисление железа и марганца.

Вода с излишним содержанием марганца поступает в емкость интенсивной аэрации. В контактной емкости происходит барботирование воды (пропускание пузырьков атмосферного воздуха через слой жидкости). В результате марганец должен окисляться до нерастворимых соединений.

При работе пилотной установки АКВАСОВ №1, окисление марганца в емкости интенсивной аэрации не происходило (отсутствовало характерное

помутнение воды и образование взвеси). рН исходной воды недостаточен для начала реакции окисления марганца кислородом.

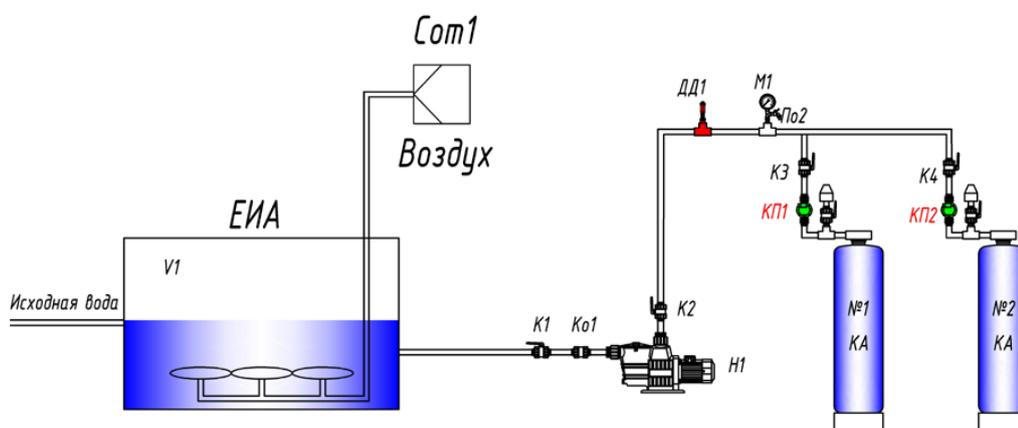


Рисунок 1 – Пилотная установка АКВАСОВ №1

Принципиальная схема пилотной установки АКВАСОВ №1:

- емкость интенсивной аэрации;
- фильтр с засыпкой MCFerox;
- запорно-регулирующая арматура;
- насос;
- аэраторы;
- компрессор.

Часть нерастворимых соединений должны осаживаться прямо в емкости интенсивной аэрации. Периодически должна происходить промывка емкости интенсивной аэрации для удаления осадка.

Другая часть соединений должна существовать в виде взвешенных в воде частиц. После емкости интенсивной аэрации вода должна проходить механическую очистку в осветлительных фильтрах, где из нее должны удаляться остатки взвешенных частиц.

При работе пилотной установки АКВАСОВ №1 окисление марганца происходило на каталитической загрузке. На каталитической загрузке наблюдалось значительное повышение рН воды и окисление марганца в

насыщенной кислородом воде.

Повышение рН на каталитической загрузке процесс неуправляемый и обусловлен содержанием минералов кальцитовой группы в сорбенте.

При применении данной технологии требуется постоянный контроль рН воды и замена сорбента при исчерпании минералов кальцитовой группы, входящих в состав гранул сорбента, при сохранении сорбирующих свойств, заявленных производителем. Для насыщения воды кислородом используется атмосферный воздух.

«MSFerox» действует как катализатор окисления в реакциях взаимодействия растворенного кислорода с соединениями двухвалентного и трехвалентного железа, в результате реакции образуется гидроксид железа, который является нерастворимым соединением и легко удаляется обратным током воды.

Сероводород и марганец также окисляются и оседают в слоях фильтрующего материала, с последующим удалением обратным током воды. «MSFerox» не требует для регенерации применения реагентов. Необходима своевременная периодическая промывка водой или для более эффективной промывки – водо-воздушная.

Рассмотрим второй вариант – повышение рН исходной воды, введением сильного окислителя (озон), интенсивной аэрацией, с последующей фильтрацией в слое каталитической загрузки. Технология данного метода заключается в химическом окислении озоном исходной воды. Пропорциональное дозирование рН в исходную воду.

Вода с излишним содержанием марганца поступает в емкость интенсивной аэрации и газации. В емкости интенсивной аэрации и газации происходит барботирование воды. В результате марганец окисляется до нерастворимых соединений. Согласно динамике изменения рН на установке озонирования воды АКВАСОВ №2, стабильное окисление марганца озоном происходит во всем диапазоне рН от 7,5 до 9.

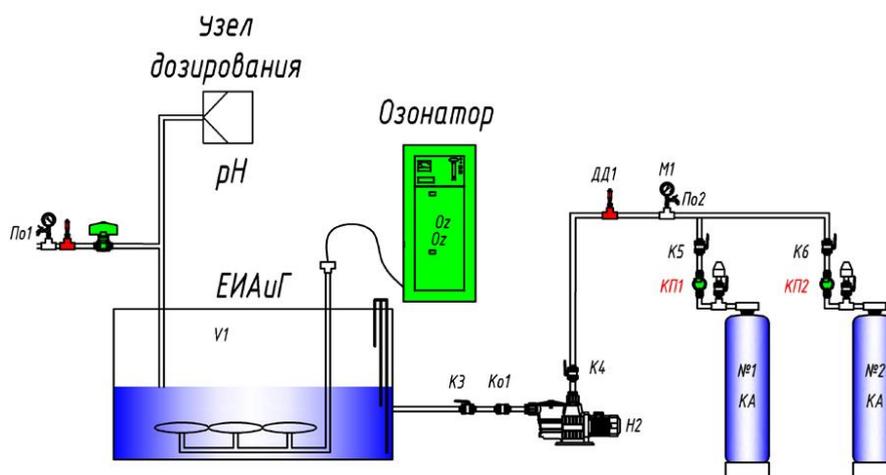


Рисунок 2 – Принципиальная схема пилотной установки АКВАСОВ №2

Принципиальная схема пилотной установки АКВАСОВ №2:

- озонатор;
- фильтр с загрузкой «Суперферокс»;
- емкость интенсивной аэрации и газации;
- запорно-регулирующая арматура;
- узел дозирования рН.

При работе пилотной установки АКВАСОВ вариант №2 происходило окисление марганца в емкости интенсивной аэрации и газации, где появилось характерное помутнение воды и образование взвеси.

Часть соединений осаживается прямо в контактной емкости интенсивной аэрации и газации. Периодически должна происходить промывка емкости интенсивной аэрации и газации для удаления осадка.

Другая часть соединений существует в виде взвешенных в воде частиц. После емкости интенсивной аэрации и газации вода проходит механическую очистку в осветлительных фильтрах, где из нее удаляются остатки взвешенных частиц.

Прохождение воды через фильтр для удаления остаточного озона. Сброс нерастворенного озона из емкости интенсивной аэрации и газации происходит через деструктор озона. Указанное количество окислителя кислорода теоретическое. Практические дозы окислителей зависят от: значения рН,

времени контакта окислителей с водой, образующихся отложений, и могут увеличиваться по сравнению с теоретическими количествами для кислорода в 1,5-5 раз.

При проведении пилотных испытаний на установке АКВАСОВ №1 использовался метод повышения значения рН воды на каталитическом сорбенте, содержащем кальцитовые включения. Согласно результатам аналитического контроля, произошло снижение концентрации марганца более чем в 5 раз (с исходных 0,34 мг/дм<sup>3</sup> до 0,064 мг/дм<sup>3</sup>). Однако наблюдалось неконтролируемое изменение рН в процессе работы установки.

При проведении пилотных испытаний на установке АКВАСОВ №2 использовался метод совместного применения более сильного окислителя озона и повышение значения рН воды дозированием рН реагента. Согласно результатам аналитического контроля, произошло снижение концентрации марганца более чем в 10 раз (с исходных 0,34 мг/дм<sup>3</sup> до 0,029 мг/дм<sup>3</sup>).

Фильтрующая загрузка «Суперферокс» – материал, который предназначен для удаления растворенных в воде ионов железа и марганца, а также снижения мутности и цветности воды. Основой фильтрующей среды является прочный природный материал «розовый песок» с нанесенной на его поверхность каталитической пленкой, состоящей из высших оксидов марганца.

Действие «Суперферокс» основано на двух принципах: сорбционного (за счет пористости материала) и каталитического окисления. При фильтрации воды находящиеся в каталитической пленке оксиды марганца ускоряют процесс окисления двухвалентного железа до трехвалентного с образованием соответствующего гидроксида (нерастворимого в воде соединения). За счет пористости структуры материала образование гидроксида трехвалентного железа происходит как на поверхности зерен «Суперферокс», так и внутри его пор, что приводит к увеличению грязеемкости и ускорению процесса обезжелезивания воды. Образовавшийся гидроксид железа способен

каталитически окислять двухвалентный марганец с образованием практически нерастворимых гидроксидов  $Mn(OH)_3$  и  $Mn(OH)_4$ .

По исчерпанию ресурса фильтра для восстановления свойств фильтрующей среды необходимо произвести регенерацию установки обратным потоком исходной или очищенной воды (эффективнее водовоздушной смесью).

«Суперферокс» в процессе эксплуатации не расходуется, сведена к минимуму вероятность слеживания. Особенно эффективно используется в многослойных фильтрах с такими загрузками как активированный уголь, цеолит, «розовый песок».

Основными видами ресурсов проектируемой станции второй ступени очистки питьевой воды является: вода, электроэнергия и тепловая энергия. Вода расходуется на промывку фильтров. Производительность станции очистки питьевой воды составляет  $1250 \text{ м}^3/\text{ч}$ , максимальная суточная производительность  $30000 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Полный расход воды, поступающий на станцию второй ступени, определяется с учетом расхода воды на собственные нужды станции. Ориентировочно среднесуточные (за год) расходы исходной воды на собственные нужды станции осветления, обезжелезивания без повторного использования промывной воды принимается 10-14 % количества воды, подаваемой потребителю. Требуемый напор в системе подачи исходной воды на станцию очистки второй ступени составляет 1,5 бар. Теплоснабжение осуществляется от существующей котельной, расположенной на территории станции очистки воды. Электроснабжение станции очистки воды второй ступени осуществляется от проектируемой сети электроснабжения.

Принцип работы станции очистки воды второй ступени. Исходная вода от существующей станции очистки воды первой ступени подается в здание очистки воды второй ступени по трем коллекторам Ду300 мм. В каждый коллектор дозируется NaOH для поднятия pH воды до 8 единиц. Коллекторы Ду300 объединяются в один общий коллектор Ду500. Вода из общего

коллектора изливается в шесть барботажных емкостей, где происходит насыщение воды озono-воздушной смесью и окисление марганца.

Далее вода насосами подается на девять двухкамерных (параллельно установленных) напорных фильтров с каталитической загрузкой, где происходит фильтрование оксидов марганца на каталитической загрузке.

Далее вода поступает на девять двухкамерных (параллельно установленных) напорных фильтров с угольной загрузкой для удаления остаточного озона.

Промывка двухкамерных фильтров производится покамерно очищенной водой автоматически с помощью насосной станции промывки фильтров поочередно по сигналу контроллера с заданной периодичностью. Предусмотрена установка узла учета, с водосчетчиком Ду150, на трубопровод промывных вод.

Очищенная вода по трем независимым коллекторам ПЭ Ду400 подается на три узла учета чистой воды. Предусматривается установка перехода с ПЭ Ду400 на металл Ду300, выходной водосчетчик Ду200 мм, байпас на каждом узле учета. Далее вода подается в станцию первой ступени очистки и далее в РЧВ.

Подробное описание технологического процесса подготовки воды. Исходная вода с расходом 1250 м<sup>3</sup>/ч поступает по трем коллекторам Ду300 мм из станции первой ступени. В станции второй ступени устанавливаются расходомеры «Профи-222МО» с импульсным выходом и комплектом запорной арматуры.

Для дозирования используется товарный гидроксид натрия марки «Высший сорт» с концентрацией гидроксид натрия 46 %.

Для комплекса пропорционального дозирования применяется шесть (три рабочих и три резервных) дозирующих насосов ECO-Trading DC-02-07. Дозирование происходит пропорционально показанию расходомеров исходной воды. Далее вода поступает в барботажные емкости «АКВАСОВ Е40», где происходит насыщение воды озono-воздушной смесью и окисление

марганца. Рекомендуемое время контакта озона с марганцем должно составлять более 11 мин. Объем барботажной емкости рассчитывается по формуле (1):

$$V = Q \times t, \quad (1)$$

где  $V$  – объем барботажной емкости,  $\text{м}^3$ ;

$Q$  – объемный расход воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$t$  – время контакта озона с марганцем, мин.

$$V = 1250 \times 11/60 = 230 \text{ м}^3$$

Для смешивания воды с озono-воздушной смесью принимаются шесть емкостей «АКВАСОВ Е40» объемом  $V_0 = 55 \text{ м}^3$ , рабочим объемом  $V = 40 \text{ м}^3$ , диаметр  $D = 3,2 \text{ м}$ . Время контакта будет составлять 11 мин 30 сек.

Рекомендуемый максимальный расход озона должен составлять 4 г озона на 1 г марганца, высокое содержание озона обусловлено высокими каталитическими свойствами оксида марганца по отношению к озону. Максимальный расход озона рассчитывается по формуле (2):

$$V = Q \times C \times q, \quad (2)$$

где  $V$  – максимальный расход озона, г/ч;

$Q$  – объемный расход воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$C$  – концентрация марганца в исходной воде,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;

$q$  – максимальный расход озона на 1 г марганца, г;

$$V = 1250 \times 0,34 \times 4 = 1700 \text{ г/ч}$$

Принимаем три озонатора с регулируемой производительностью 760 г/ч. Далее вода поступает с насосную станцию повышения давления. Для повышения давления используется семь насосов (пять рабочих, один

резервный в станции, один резервный на складе). Суммарная производительность пяти насосов составляет 1250 м<sup>3</sup>/ч при давлении 4 бар. Насосы оснащаются частотными преобразователями.

Далее вода поступает на узел фильтрации. Для удаления оксидов марганца из воды рекомендованная линейная скорость фильтрования 9 м/ч. При требуемой производительности ступени деманганизации 1250 м<sup>3</sup>/ч, требуемая площадь фильтрования рассчитывается по формуле (3):

$$\varpi = Q / V, \quad (3)$$

где  $\varpi$  – площадь фильтрования, м<sup>2</sup>;

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

$V$  – линейная скорость фильтрования, м /ч.

$$\varpi = 1250 / 9 = 138,89 \text{ м}^2$$

К установке принимаются девять двухкамерных параллельно работающих фильтров деманганизации «АКВАСОВ 2KD3200» диаметром 3200 мм каждый. В качестве фильтрующего материала применяется «Суперферокс». Характеристика фильтрующего материала «Суперферокс» приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика фильтрующего материала «Суперферокс»

Показатели	Характеристика
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,2
Механический износ, %	0,90
Фракция, мм	0,7-1,5
pH	7,0-9,0
Коэффициент неоднородности, %	1,4-1,6
Пористость гранул, %	52-60
Суммарное содержание железа, мг/дм <sup>3</sup>	10
Суммарное содержание марганца, мг/дм <sup>3</sup>	1
Высота слоя, см	40-100
Скорость фильтрации, м <sup>3</sup> /ч	8-15

Продолжение таблицы 2

Показатели	Характеристика
Скорость обратной промывки, м <sup>3</sup> /ч	20-30
Продолжительность обратной промывки, мин	10-15
Расширение при обратной промывке, %	10-15
Общая расчетная ёмкость по железу и взвешенным веществам, г/л	1,1
Продолжительность обратной промывки, мин	10

Площадь фильтрования одной камеры фильтра 8,04 м<sup>2</sup>. Площадь фильтрования одного фильтра составит 16,08 м<sup>2</sup>. Суммарная площадь фильтрования фильтров составит 144,7 м<sup>2</sup>. Скорость фильтрования рассчитывается по формуле (4):

$$V = Q / \varpi, \quad (4)$$

где  $V$  – линейная скорость фильтрования, м /ч;

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

$\varpi$  – площадь фильтрования, м<sup>2</sup>.

$$V = 1250 / 8,04 = 8,64 \text{ м/ч}$$

Промывка фильтров производится автоматически, чистой водой. Обратная промывка – интенсивная подача воды. Суммарный объем загрузки «Суперферокс» составляет 145 м<sup>3</sup>. В соответствии с техническими характеристиками фильтрующего материала «Суперферокс» скорость промывки принимаем в автоматическом режиме 20 м/с, продолжительность промывки не менее 10 мин. Промывка камер фильтров производится автоматически очищенной водой поочередно по сигналу с общего контроллера, установленного в шкафу управления. Промывка производится очищенной водой, подающейся из существующих резервуаров промывных

вод, в направлении снизу-вверх, далее сбрасывается в водопровод существующего узла механической очистки.

По окончании промывки происходит укладка фильтрующего материала прямым потоком воды. Укладка прямым потоком исходной воды осуществляется в течение 8 мин для усадки фильтрующего материала, промывная вода сбрасывается в водопровод существующего узла механической очистки.

Для деманганации воды принимаются напорные фильтры «АКВАСОВ 2KD3200» противоточные, вертикальные, двухкамерные цилиндрические, с эллиптическими днищами, укомплектованные нижним и верхним распределительными устройствами, фронтом наружных трубопроводов, запорно-регулирующей арматурой, контрольно-измерительными приборами, верхним и нижним эксплуатационными люками. Материал корпуса – сталь нержавеющая.

Каждый фильтр «АКВАСОВ 2KD3200» оборудован комплектом дисковых поворотных затворов с электрическими приводами. Они позволяют переключать все потоки воды в процессе эксплуатации и обеспечивать подвод исходной воды в камеры фильтров от вод обработанной воды, подвод и отвод промывной воды. Работа фильтров полностью автоматизирована и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Подача воды на промывку производится насосами узла промывки. Для узла промывки используется три насоса (один рабочий, один резервный установленный в станции, один резервный на складе).

Производительность насоса составляет 160 м<sup>3</sup>/ч, при давлении 3,1 бар. Насосы оснащаются частотными преобразователями. Стоки от фильтров фильтрации второй ступени поступают в существующий канализационный коллектор, проходящий по территории и далее направляются на узел механической очистки. Далее вода направляется на узел угольной сорбции для удаления остаточного озона.

Для удаления озона из воды линейную скорость сорбции принимаем 9 м/ч. При требуемой производительности станции очистки второй ступени 1250 м<sup>3</sup>/ч, требуемая площадь фильтрования определяется по формуле (3):

$$\omega = 1250 / 9 = 138,89 \text{ м}^2$$

К установке принимаются девять двухкамерных параллельно работающих фильтров «АКВАСОВ 2KD3200» диаметром 3200 мм каждый.

В качестве сорбирующего материала применяется уголь активированный «ДАУСОРБ 3×30». Характеристика сорбирующего материала «ДАУСОРБ 3×30» приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика сорбирующего материала «ДАУСОРБ 3×30»

Показатели	Характеристика
Активность по четыреххлористому углероду, %	63
Йодное число, мг/г	947
Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	528
Общее содержание золы, %	15
Содержание влаги, %	0,2
Индекс твердости, %	94
рН	8,5

Площадь фильтрования одной камеры фильтра 8,04 м<sup>2</sup>. Площадь фильтрования одного фильтра составит 16,08 м<sup>2</sup>. Суммарная площадь фильтрования фильтров составит 144,7 м<sup>2</sup>.

Скорость сорбции одной камеры по формуле (4) составит:

$$V = 1250 / 8,04 = 8,64 \text{ м/ч}$$

Суммарный объем загрузки «ДАУСОРБ 3×30» составляет 145 м<sup>3</sup>. В соответствии с техническими характеристиками фильтрующего материала

«ДАУСОРБ 3×30» скорость промывки составляет в автоматическом режиме 20 м/с, продолжительность промывки не менее 8 мин. Промывка камер фильтров производится автоматически очищенной водой поочередно по сигналу с общего контроллера, установленного в шкафу управления.

Промывка производится очищенной водой, подающейся из существующих резервуаров промывных вод, в направлении снизу-вверх, далее сбрасывается в водопровод залива емкостей промывных вод для повторного использования. Для переключения работы фильтров в режимы промывки используются дисковые затворы с электроприводом.

Для сорбции воды принимаются напорные фильтры «АКВАСОВ 2KD3200» противоточные, вертикальные, двухкамерные цилиндрические, с эллиптическими днищами, укомплектованные нижним и верхним распределительными устройствами, фронтом наружных трубопроводов, запорно-регулирующей арматурой, контрольно-измерительными приборами, верхним и нижним эксплуатационными люками.

Каждый фильтр «АКВАСОВ 2KD3200» оборудован комплектом дисковых поворотных затворов с электрическими приводами. Они позволяют переключать все потоки воды в процессе эксплуатации и обеспечивать подвод исходной воды в камеры фильтров, отвод обработанной воды, подвод и отвод промывной воды. Работа фильтров полностью автоматизирована и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Для контроля pH воды применяется устройство Create pH-8920, контролирующее pH и температуру воды в режиме реального времени. На контроллере отображается текущее значение измеряемого параметра и передается на общий контроллер шкафа автоматизации. Также по сигналу контроллера производится дозирование NaOH в систему.

Описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе. Поток воды подается через расходомеры с импульсными выходами и датчиками давления в барботажные емкости. Сигнал от расходомеров служит управляющим сигналом для

пропорционального дозирования NaOH насосами дозаторами. Емкости хранения NaOH оборудуются кондуктометрическими датчиками уровня. Сигнал от датчиков уровня служит аварийным сигналом для насосов дозаторов. При нижнем значении уровня NaOH запуск соответствующих насосов дозаторов невозможен.

Сигнал расходомеров служит для запуска и остановки работы соответствующего озонатора. Далее вода попадает в барботажные емкости. Барботажные емкости оборудуются кондуктометрическими датчиками уровня. Сигнал от датчиков уровня служит регулировочным сигналом работы станции повышения давления. При нижнем значении уровня воды в барботажной емкости служит аварийным сигналом для остановки работы следующего оборудования: насосов дозаторов, насосов повышения давления и озонаторов.

Далее вода поступает на двухкамерные фильтры. Каждая камера фильтра обвязан на пяти затворах с электроприводами. Выход на промывку камер фильтров определяется по времени, промывка осуществляется с помощью обратной промывки очищенной водой, подаваемой узлом промывки, а также прямой промывкой исходной водой осуществляется усадка фильтрующего материала. Включение/выключение подачи воды на промывку производится согласно алгоритму промывки фильтров обезжелезивания. Промывочная вода проходит через расходомер с импульсным выходом. Импульсный выход расходомера заводится в шкаф управления оборудованием общий.

Далее три магистрали чистой воды подаются в станцию первой ступени очистки, для подачи воды в РЧВ. На магистрали устанавливается расходомеры. На каждом этапе деманганаии воды устанавливается монитор рН воды Create рН8920. Информация с монитора рН воды передается отображается на мониторах оператора.

Вывод по разделу 3.

Опытным путем выявлено, что использование озонирования с

последующим фильтрованием является стабильным и качественным методом удаления марганца из подземной воды.

Согласно результатам аналитического контроля, произошло снижение концентрации марганца более чем в 10 раз. Реконструкция станции подготовки питьевой воды г. Нягань заключается в создании второй очереди фильтров для очистки от марганца путем озонирования, с последующим фильтрованием. Вода насосами подается на девять двухкамерных (параллельно установленных) напорных фильтров с каталитической загрузкой, где происходит фильтрование оксидов марганца на каталитической загрузке. Далее вода поступает на девять двухкамерных (параллельно установленных) напорных фильтров с угольной загрузкой для удаления остаточного озона. Предусмотрена установка узла учета, с водосчетчиком Ду150, на трубопровод промывных вод. Далее вода подается в станцию первой ступени очистки и далее в РЧВ.

## 4 Охрана труда

Система управления охраной труда в Муниципальном казенном предприятии г. Нягани «Няганская ресурсоснабжающая компания» (далее – МКП г. Нягани «НРК») направлена на обеспечение безопасности труда персонала. Для ее решения в МКП г. Нягани «НРК» разрабатываются в обязательном порядке документы по охране труда. Система охраны труда в организации действует в соответствии с Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.01.2022 № 37 «Об утверждении Рекомендаций по структуре службы охраны труда в организации и по численности работников службы охраны труда» [15] и Трудовым кодексом РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ [21].

Основными направлениями обеспечения охраны труда в МКП г. Нягани «НРК» можно выделить:

- выдача обеззараживающих средств, средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ);
- мониторинг безопасности эксплуатации зданий, инструментов, оборудования и другой производственной инфраструктуры;
- проверка соблюдения сотрудниками правил охраны труда;
- обеспечение оптимальных условий труда на существующих рабочих местах и проведение специальной оценки условий труда;
- организация направления сотрудников на медицинские освидетельствования и обследования;
- наблюдение за режимом работы и отдыха, а также за качеством медицинского и санитарно-бытового обслуживания персонала;
- обучение сотрудников вопросам охраны труда и направление их на курсы повышения квалификации;

Характеристика рабочих мест с описанием выполняемых работ, оборудования и материалов представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика рабочего места

Наименование рабочего места	Оборудование, инструмент на рабочем месте	Материалы, вещества	Виды выполняемых работ, трудовых операций
Электромонтер	Диэлектрические отвертки, пассатижи, электромонтажные ножи, мультиметр	Электрический ток, озон	Обеспечение исправной работы электрооборудования, ремонт и наладка оборудования электроснабжения
Слесарь-ремонтник	Верстак, тиски, напильники, гаечные ключи, шприц рычажно-плунжерный	Озон, вода	Проведение технологического обслуживания оборудования, слесарная обработка деталей
Оператор автоматизированного рабочего места	Монитор, стационарный телефон, стойка контрольно-измерительного пункта	Вода, озон	Пуски и остановка технологического оборудования, контроль работы технологического оборудования

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [13] необходимо составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения. Реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения

Опасность	ID	Опасное событие
Электромонтер		
Скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности

Продолжение таблицы 5

Опасность	ID	Опасное событие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума
Опасности, связанные с применением средств индивидуальной защиты	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
Электрический ток	27.1	Контакт с электрооборудованием, находящимся под напряжением
	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ
Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Слесарь-ремонтник		
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям

Продолжение таблицы 5

Опасность	ID	Опасное событие
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
Выполнение работ вблизи технологических емкостей, наполненных водой или иными технологическими жидкостями	4.4	Утопление в результате падения в емкость с жидкостью
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Опасности, связанные с применением средств индивидуальной защиты	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
<b>Оператор автоматизированного рабочего места</b>		
Скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам

Продолжение таблицы 5

Опасность	ID	Опасное событие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума
Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4	Психоэмоциональные перегрузки
Опасности, связанные с применением средств индивидуальной защиты	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ

Существует пять этапов работы с профессиональными рисками:

- идентификация опасностей, способствующих возникновению рисков. На данном этапе необходимо проанализировать все аспекты рабочих мест, которые могут потенциально причинить вред, а также определить сотрудников, подверженных этим опасностям;
- оценка и распределение рисков (их степень серьезности, вероятность возникновения и значимость);
- определение предупреждающих мер. На данном этапе важно выявить соответствующие действия, направленные на предотвращение рисков и их эффективное управление;

- принятие мер. Этот этап включает разработку плана по внедрению защитных и превентивных мероприятий;
- мониторинг и проверка. Результаты оценки следует пересматривать в случае значительных изменений в производственном процессе, а также при возникновении несчастных случаев.

В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» [14] необходимо определить оценку вероятности по таблице 6 для идентифицированной опасности и оценку тяжести последствия по таблице 7 для идентифицированной опасности. По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняем анкету рабочих мест (таблица 8).

Таблица 6 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено Зависит от следования инструкции Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти Зависит от следования инструкции Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2
3	Возможно	Иногда может произойти Зависит от обучения (квалификации) Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая	3
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации Часто слышим о подобных фактах Периодически наблюдаемое событие	4

Продолжение таблицы 6

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет Практически несомненно Регулярно наблюдаемое событие	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом Авария Пожар	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание Инцидент	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней Инцидент	3
2	Незначительная	Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь Инцидент Быстро потушенное загорание	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания Незначительный, быстроустраняемый ущерб	1

Посчитаем количественную оценку риска по формуле (5):

$$R = A \times U, \quad (5)$$

где  $A$  – коэффициент вероятности;

$U$  – коэффициент тяжести последствий.

Определим значимость оценки риска. Оценка риска,  $R$ :

- 1 – 8 (низкий);
- 9 – 17 (средний);
- 18 – 25 (высокий).

Анкета с оценкой риска и значимостью оценки риска представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Анкета рабочих мест

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, $A$	Коэффициент, $A$	Тяжесть последствий, $U$	Коэффициент, $U$	Оценка риска, $R$	Значимость оценки риска
Электромонтер	3	3.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	3	3.2	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	13	13.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	20	20.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	23	23.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	27	27.1	Весьма вероятно	5	Крупная	4	20	Высокий
		27.3	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
2	2.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний	
Слесарь-ремонтник	3	3.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	3	3.2	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний

Продолжение таблицы 8

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь-ремонтник	4	4.4	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	13	13.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	20	20.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	23	23.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	2	2.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	3	3.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
Оператор автоматизированного рабочего места	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	13	13.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	20	20.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	24	24.4	Весьма вероятно	5	Крупная	4	20	Высокий
	2	2.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний

На рисунке 3 представлены уровни рисков на рабочих местах. Данные идентифицированы по номеру опасных событий. На рисунке можно отметить, что высокими уровнями риска обладают опасные события под номерами: 27.1 – контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением; 27.3 – нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты; 24.4 – диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания. Данные риски идентифицированы на рабочих местах электромонтера и оператора автоматизированного рабочего места. Для их минимизации необходимо разработать комплекс мер, направленных на

уменьшение профессиональных рисков, характерных для данных рабочих мест.

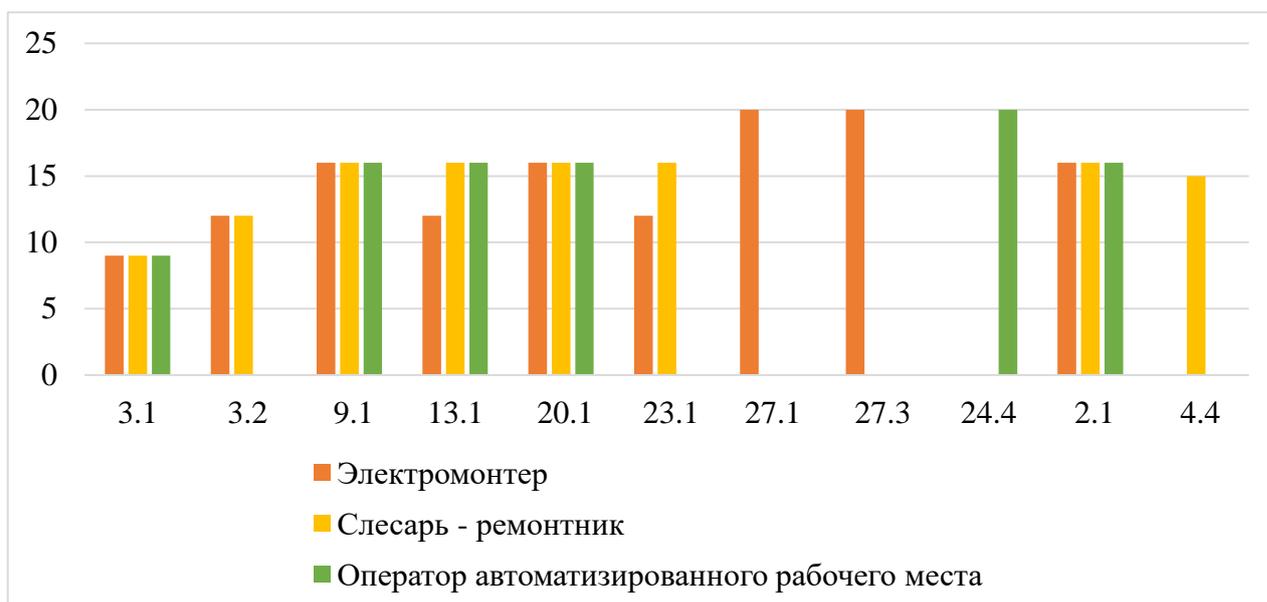


Рисунок 3 – Уровни риска на рабочих местах

Для минимизации рисков при работе с электрооборудованием требуется:

- организация использования СИЗ;
- обязательная проверка отсутствия напряжения до начала работ;
- внедрение специализированных защитных устройств против поражения электрическим током;
- систематический контроль функциональности оборудования, а также информирование персонала о нормах и безопасных условиях труда на рабочих местах;
- вывод из эксплуатации поврежденного электрооборудования; проведение планового технического обслуживания, применение сигнализационных средств (ограждений, цветовой маркировки, табличек безопасности).

Мероприятиями по устранению рисков, связанных с длительной

концентрацией внимания, являются:

- чередование видов работ;
- соблюдение режима труда и отдыха;
- обеспечение достаточной видимости и восприятия информации;
- приобретение дополнительных средств для комфортной работы.

Вывод по разделу 4.

Составив характеристику рабочих мест фильтровального цеха второй ступени очистки станции подготовки питьевой воды г. Нягань, были определены профессиональные риски электромонтера, оператора автоматизированного рабочего места и слесаря-ремонтника.

По результатам оценки, можно сделать вывод, что на рабочих местах электромонтера и оператора автоматизированного рабочего места присутствуют высокие профессиональные риски. Для обеспечения безопасного труда необходимо выполнять мероприятия для минимизации данных рисков: использовать СИЗ, осуществлять контроль за состоянием оборудования и своевременно выводить из эксплуатации поврежденное электрооборудование, проводить плановое техническое обслуживание, информировать персонал о нормах и безопасных условиях труда на рабочих местах, а также соблюдать режим труда и отдыха для предотвращения перегрузок и поддержания высокой работоспособности человека.

## 5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 27.04.2024 № 546 «Об утверждении Правил отнесения организаций к категориям по гражданской обороне в зависимости от роли в экономике государства или влияния на безопасность населения» [12], а также приказом МЧС России от 28.11.2016 №632дсп «Об утверждении показателей для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне» [11] объект не отнесен к категории по гражданской обороне. Территория Ханты-Мансийского автономного округа не отнесена к группе по гражданской обороне.

Рассматриваемый объект, в соответствии с СП 165.1325800.2014 [4], расположен:

- вне зоны возможных разрушений при воздействии обычных средств поражения;
- вне зоны возможного радиоактивного загрязнения и зоны возможного химического заражения;
- вне зоны возможного катастрофического затопления.

В соответствии с перечнем потенциально опасных объектов Ханты-Мансийского автономного округа, утвержденным на заседании комиссии по чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности при Правительстве Ханты-Мансийского автономного округа, вблизи проектируемого объекта потенциально опасных объектов нет.

В условиях военного времени проектируемый комплекс зданий и сооружений на данной территории является стационарным и привязан к определенной местности и технологическому процессу водоснабжения. Перемещение комплекса в другое место в военное время не предусмотрено. Решение об его функционировании в этот период принимает Правительство Ханты-Мансийского автономного округа. Для оповещения и управления гражданской обороной объекта планируется использовать существующие

системы радиотелефонной и мобильной связи, что согласовывается по следующей схеме: органы гражданской обороны информируют организацию, эксплуатирующую объект, которая, в свою очередь, передает информацию обслуживающему персоналу.

Световая маскировка проводится с целью создания в темное время суток условий, затрудняющих обнаружение с воздуха населенных пунктов и объектов путем визуального наблюдения или с помощью оптических приборов. В соответствии п. 9.2 СП 165.1325800.2014 «в связи с тем, что территория, на которой располагается проектируемый объект, находится вне зоны светомаскировки, специальных решений по светомаскировочным мероприятиям не требуются» [4].

Мероприятия по обеспечению светомаскировки производственных огней при подаче сигнала «Воздушная тревога» должны осуществляться заблаговременно за счет организационных мероприятий по обеспечению отключения освещения проектируемого объекта.

В соответствии с требованиями Федерального закона от 21.12.1994 №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [10], а также ГОСТ Р 22.2.13-2023 «Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства» [19] мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера подразделяются на следующие:

- по предупреждению ЧС, возникающих в результате возможных аварий на объекте строительства и снижению их тяжести;
- по предупреждению ЧС, возникающих в результате аварий на рядом расположенных потенциально опасных объектах, включая аварии на транспорте;
- по предупреждению ЧС, источниками, которых являются опасные природные процессы.

Организацию оповещения о ЧС персонала, работающего на проектируемых объектах, предполагается организовывать путем применения проектируемых средств оповещения (мобильная телефонная связь).

При возникновении ЧС действия персонала согласовываются по общей схеме: персонал, обнаруживший аварию сообщает в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС), затем руководству эксплуатирующей организации и ремонтной бригаде.

Для решения предупреждения развития аварий и локализации выбросов вредных веществ в период эксплуатации станции необходим постоянный технический уход за смонтированным оборудованием, что является одним из необходимых условий деятельной и безаварийной работы. Безаварийная остановка осуществляется путем выключения насосов скважины. При откачке не следует допускать частых и резких остановок, так как усиливается вынос тонкозернистых песков, что может привести к обрушению устья скважины и искривлению фильтрового каркаса. В случае вынужденных остановок необходимо уменьшать постепенно дебит скважин до минимального значения, а затем уже останавливать откачку. После того как будут устранены причины остановки откачки, ее необходимо возобновить с минимального дебита.

Существующая территория в соответствии п. 12 постановления Правительства РФ от 31.08.2019 № 1133 «Об утверждении требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий) Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, его территориальных органов и подведомственных ему организаций, а также формы паспорта безопасности этих объектов (территорий)» [17] относится к 3 классу.

В соответствии с п. 6.1 СП 132.13330.2011 «ущерб в результате реализации террористических угроз 3 класса (низкая значимость) приобретает

муниципальный или локальный масштаб» [18].

В соответствии с п. 7.1 СП 132.13330.2011 [18] на существующей территории объекта коммунально-бытового назначения не предполагается единовременное нахождение в любом из помещений более 50 человек, а также предусмотрен специальный пропускной режим. Составлен паспорт безопасности участка водоподготовки (Приложение А).

«В соответствии с разделом III «Меры по обеспечению антитеррористической защищенности объектов водоснабжения и водоотведения» постановления Правительства РФ от 23.12.2016 № 1467 [16] предусмотрены мероприятия:

- воспрепятствование неправомерному проникновению на объект водоснабжения;
- выявление потенциальных нарушителей установленного на объекте водоснабжения режима и признаков подготовки или совершения террористических актов;
- пресечение попыток совершения террористических актов на объекте водоснабжения;
- минимизация возможных последствий совершения террористических актов на объекте водоснабжения и ликвидация угроз террористических актов на объекте водоснабжения» [17].

Организационно-распорядительные мероприятия по обеспечению антитеррористической защищенности объекта водоснабжения включают в себя:

- реализацию на объекте водоснабжения пропускного и внутриобъектового режимов;
- информирование органов государственной власти об угрозе совершения или о совершении террористического акта на объекте водоснабжения;
- действия подразделения охраны объекта водоснабжения и

- работников объекта водоснабжения в случае угрозы совершения или совершения террористического акта на объекте водоснабжения;
- усиление мер антитеррористической защищенности объекта водоснабжения при изменении уровней террористической опасности;
  - подготовку сотрудников подразделения охраны объекта водоснабжения и работников объекта водоснабжения по вопросам обеспечения антитеррористической защищенности объекта водоснабжения путем организации их обучения и инструктажей;
  - проведение самостоятельных тренировок, учений и практических занятий подразделения охраны объекта водоснабжения и работников объекта водоснабжения, а также совместных тренировок и учений с территориальными органами безопасности;
  - организацию взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами Министерства внутренних дел Российской Федерации, Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации и Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
  - организацию выполнения на объекте установленных законодательством Российской Федерации требований технологической (промышленной), пожарной, химической и экологической, механической, биологической и санитарно-эпидемиологической безопасности в целях предупреждения, локализации и ликвидации возможных последствий чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в результате совершения террористического акта на объекте; осуществление контроля за выполнением настоящих требований.

Режимно-охранные мероприятия по обеспечению антитеррористической защищенности объекта водоснабжения включают в себя:

- формирование подразделения охраны объекта водоснабжения, а также его материально-техническое обеспечение и оснащение;
- управление уполномоченными должностными лицами организации, осуществляющей эксплуатацию объекта водоснабжения, действиями подразделения охраны объекта водоснабжения и работников объекта водоснабжения в целях обеспечения антитеррористической защищенности объекта водоснабжения;
- действия подразделения охраны объекта водоснабжения с использованием инженернотехнических средств охраны по обеспечению антитеррористической защищенности объекта водоснабжения.

Вывод по разделу 5.

К мероприятиям по защите объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях можно отнести: мероприятия антитеррористической защищенности объекта, организацию оповещения о чрезвычайных и аварийных ситуациях, создание специального пропускного режима, постоянный технический уход за смонтированным оборудованием. На данный момент мероприятия по защите объекта (территории) внедрены в достаточной мере. Участок ВОС оснащен контрольно-пропускным пунктом (далее – КПП), охраной, видеонаблюдением и имеет ограждение по всей территории.

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Реализация мероприятий по реконструкции станции подготовки питьевой воды г. Нягань будет осуществляться за счёт федерального бюджета в рамках федерального проекта «Чистая вода». Выгодоприобретателем от реконструкции станции подготовки питьевой воды будет являться администрация г. Нягань в лице МКП г. Нягани «НРК» в качестве платы за питьевую воду.

Проанализируем эффективность двух вариантов очистки воды.

Вариант 1. Аэрация. Используемое оборудование – аэрационные емкости, компрессоры аэрационные. Эксплуатационные требования – потребность в электроэнергии: 22,5 кВт·ч (15 кВт·ч/сут). Фильтрация. Используемое оборудование: напорные скоростные фильтра с каталитической загрузкой, промывочные насосы.

Вариант 2. Химическое окисление. Используемое оборудование – емкости, насосное оборудование дозирования реагентов, установка генерации озона. Эксплуатационные требования – потребность в электроэнергии 39,18 кВт·ч (940 кВт·ч/сут), потребности в 100 %  $\text{NaHCO}_3$  97 г/ч (2,33 кг/сут). Фильтрация. Используемое оборудование: напорные скоростные фильтра с каталитической загрузкой, промывочные насосы, компрессоры автоматизированной системы управления технологическим процессом. В таблице 9 представлены эксплуатационные расходы за 10 лет.

Таблица 9 – Эксплуатационные расходы за 10 лет

Варианты	Электроэнергия в год, кВт·ч	Стоимость электроэнергии, руб. ·кВт·ч	Затраты на электроэнергию, руб.	Реагенты в год, руб.	Итого за 1 год, руб.
1 вариант	2 325 425	2,97	6906512,25	-	6906512,25
2 вариант	2 663 040	2,97	7909228,8	34850	7944078,8

Опытным путем в работе выявлено, что использование озонирования с последующим фильтрованием (вариант №2) является стабильным и качественным методом удаления марганца из подземной воды.

Объём поставляемой потребителям питьевой воды по системе водоснабжения города Нягани составляет 30000 м<sup>3</sup>/сут или 10950000 м<sup>3</sup>/г.

Учитывая стоимость питьевой воды в городе Нягань для населения, которая составляет 67,98 руб. за 1 м<sup>3</sup>, полученная плата за поставленную воду составит (формула 6):

$$\mathcal{E}_2 = V_{\text{воды}} \times C_{\text{воды}}, \quad (6)$$

где  $V_{\text{воды}}$  – объём питьевой воды, м<sup>3</sup>/г;

$C_{\text{воды}}$  – стоимость питьевой воды для населения, руб./м<sup>3</sup>.

$$\mathcal{E}_2 = 10950000 \times 67,98 = 744381000 \text{ руб.}$$

Теперь рассчитаем экономическую эффективность с учетом затрат на проектирование и покупку оборудования (формула 7):

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{Z}, \quad (7)$$

где  $\mathcal{Z}$  – затраты на реализацию мероприятий, руб.

$$\mathcal{E} = 744381000 - 7944078,8 = 736436921,2 \text{ руб.}$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат определяется по формуле (8):

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{Z}}, \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_3 = \frac{744381000}{7944078,8} = 93,7$$

«Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций в мероприятия определяется по формуле (9):

$$\mathcal{E}_k = \frac{(\mathcal{E}-C)}{K}, \quad (9)$$

где  $C$  – текущие расходы на эксплуатацию сооружения или устройства, руб.;

$K$  – инвестиции на приобретение и установку очистных устройств, руб.» [22].

$$\mathcal{E}_k = \frac{(744381000-10800107,04)}{7944078,8} = 92,34$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий определяется по формуле (10):

$$T_{ед} = \frac{3}{\mathcal{E}}, \quad (10)$$

где  $T_{ед}$  – срок окупаемости затрат, год;

$3$  – величина приведенных затрат на проведение мероприятий для очистки воды, руб.;

$\mathcal{E}$  – годовой экономический эффект от проведения мероприятий по очистке воды, руб.» [22].

$$T_{ед} = \frac{7944078,8}{744381000} = 0,01 \text{ лет}$$

Вывод по разделу 6.

Годовой экономический эффект от доведения качества воды до нормативов, соответствующих СанПиН 1.2.3685-21 [1] по марганцу составит 736436921,2 руб. в год с учётом затрат на эксплуатационные расходы.

## Заключение

Процесс деманганаии является важнейшим этапом водоподготовки с целью соответствия нормам СанПиН 1.2.3685-21 [1]. Реконструкция станции подготовки питьевой воды озонированием, с последующим фильтрованием дает возможность поставлять потребителю качественную питьевую воду.

В первом разделе анализ подземных вод Хуготского водозабора показал, что исходная вода не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 [1] по содержанию марганца. На данный момент станция очистки питьевой воды оснащена технологией, которая эффективно удаляет из воды только железо. Для соответствия питьевой воды нормативным требованиям, необходимо внедрение дополнительной ступени очистки – деманганаии.

Во втором разделе рассмотрев современные подходы удаления марганца из воды, можно сделать вывод, что выбор метода очистки воды зависит от показателей исходной воды, экономических факторов и доступности применения. Наиболее распространенными и эффективными безреагентными методами являются: метод упрощенной аэрации, метод ионного обмена, сорбционный метод очистки воды. Распространенными реагентными методами являются: метод озонирования и обработка воды перманганатом калия.

В третьем разделе опытным путем выявлено, что использование озонирования с последующим фильтрованием является стабильным и качественным методом удаления марганца из подземной воды. Согласно результатом аналитического контроля, произошло снижение концентрации марганца более чем в 10 раз. Реконструкция станции подготовки питьевой воды г. Нягань заключается в создании второй очереди фильтров для очистки от марганца путем озонирования с последующим фильтрованием.

В четвертом разделе характеристика рабочих мест фильтровального цеха второй ступени очистки станции подготовки питьевой воды г. Нягань продемонстрировала наличие высоких уровней рисков на рабочих местах. Для

обеспечения безопасного труда необходимо выполнять мероприятия для минимизации данных рисков: использовать СИЗ, осуществлять своевременный контроль за состоянием оборудования, соблюдать режим труда и отдыха, информировать сотрудников о правилах и условиях труда на рабочих местах.

В пятом разделе к мероприятиям по защите объекта в чрезвычайных и аварийных ситуациях можно отнести: мероприятия антитеррористической защищенности объекта, организацию оповещения о чрезвычайных и аварийных ситуациях, создание специального пропускного режима, постоянный технический уход за смонтированным оборудованием. На данный момент мероприятия по защите объекта (территории) внедрены в достаточной мере. Участок ВОС оснащен КПП, охраной, видеонаблюдением и имеет ограждение по всей территории.

В шестом разделе установлено, что годовой экономический эффект от доведения качества воды до нормативов составит 736436921,2 руб. в год с учётом затрат на эксплуатационные расходы.

## Список используемых источников

1. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01. 2021 № 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 (с изм. на 30.12.2022). URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 03.01.2025).
2. Журба М. Г., Говорова Ж. М., Квартенко А. Н., Говоров О. Б. Биохимическое обезжелезивание и деманганация подземных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2020. № 9, ч. 2. С. 3-11. URL: <https://lib.dmcentre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/bd0cc3132738692e9df846c3b6609c25/> (дата обращения: 12.02.2025).
3. Золотова Е. Ф., Асс Г. Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. Москва: Стройиздат, 2017. 146 с.
4. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне [Электронный ресурс]: СП 165.1325800.2014 от 01.12.2014 (актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90). URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 15.03.2025).
5. Кожин В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. Москва: БАСТЕТ, 2014. 303 с.
6. Кулаков В. В., Сошников Е. В., Чайковский Г. П. Обезжелезивание и деманганация подземных вод: учебное пособие. Хабаровск: ДВГУПС, 2016. 100 с.
7. Минаева Л. А., Дударев В. И. Современные методы деманганации природных // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. №5. С.76-80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metodydemanganatsii-demanganatsii-prirodnih-i-stochnyh-vod> (дата обращения: 07.02.2025).
8. Николадзе Г. И., Сомов М. А. Водоснабжение. М.: Стройиздат, 1995. 600 с.

9. О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 01.01.2025). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/) (дата обращения: 10.03.2025).

10. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ (ред. от 26.11.2024). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения: 23.03.2025).

11. Об утверждении показателей для отнесения организаций к категориям по гражданской обороне [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 28.11.2016 №632дсп. URL: [https://www.audar-info.ru/na/editArticle/index/type\\_id/5/doc\\_id/7312/release\\_id/34985/#art270302](https://www.audar-info.ru/na/editArticle/index/type_id/5/doc_id/7312/release_id/34985/#art270302) (дата обращения: 25.03.2025)

12. Об утверждении Правил отнесения организаций к категориям по гражданской обороне в зависимости от роли в экономике государства или влияния на безопасность населения [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2024 № 546. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 20.03.2025).

13. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 29.10.2021 №776н. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 14.02.2025).

14. Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 15.02.2025).

15. Об утверждении Рекомендаций по структуре службы охраны труда в организации и по численности работников службы охраны труда

[Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 31.01.2022 № 37. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 15.02.2025).

16. Об утверждении требований к антитеррористической защищенности объектов водоснабжения и водоотведения, формы паспорта безопасности объекта водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2016 № 1467. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 05.03.2025).

17. Об утверждении требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий) Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, его территориальных органов и подведомственных ему организаций, а также формы паспорта безопасности этих объектов (территорий) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31.08.2019 № 1133. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 12.03.2025).

18. Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования [Электронный ресурс]: СП 132.13330.2011 от 20.09.2011. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 15.03.2025).

19. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 22.2.13-2023: Введ. 01.06.2023. URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения: 16.03.2025).

20. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений,

организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 (с изм. на 15.11.2024). URL: <http://techexpert.cntd72.ru:3005/docs/> (дата обращения 05.01.2025).

21. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL:<http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2025).

22. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»: электронное учебно-методическое пособие / Т. Ю. Фрезе. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2023. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

## Приложение А

### Паспорт безопасности участка водоподготовки

#### ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ

Участок водоподготовки  
(наименование объекта (территории))

г. Нягань  
(наименование населенного пункта)

2025 г.

#### I. Общие сведения об объекте (территории)

Северо-Уральское межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, 625000, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, д. 55, 628011 ХМАО, г. Ханты-Мансийск, Студенческая 2, 629802 ЯНАО, г. Ноябрьск, промузел Пелей, 16/9, + 79504568790 rpn81@rpn.gov.ru

---

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, город Нягань, автодорога г. Нягань-п. Талинка 8 км. +79506325870, nrk@mail.ru

---

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

#### 36.00 - Забор, очистка и распределение воды

---

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

#### III

---

(категория объекта (территории))

24544 кв. метров

---

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

Свидетельство государственной регистрации права 72 НВ 890987

---

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Начальник участка – Степочкин А.В., +79129855674, step1281@mail.ru

---

(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

Директор – Завьялов З.В., +79128567840, zav3987@mail.ru

---

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

## Продолжение Приложения А

### 1. Режим работы объекта (территории)

Круглосуточный режим работы. Дневная смена с 08:30 до 20:30 ; ночная смена с 20:30 до 08:30.

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

### 2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 44. (человека)

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 27. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 15. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют.

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

### 1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

Таблица А.1 – Потенциально опасные участки объекта (территории)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Участок водоподготовки (ВОС)	44	24544	Захват заложников, закладка и приведение в действие взрывного устройства, поджог, заражение питьевой воды бактериологическими и химическими веществами	Разрушение, влекущее нарушение технологического процесса, отравление населения, человеческие жертвы

## Продолжение Приложения А

### 2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

Таблица А.2 – Критические элементы объекта (территории)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Станция очистки воды (фильтровальный зал 1 и 2 ступени очистки)	22	2000	Захват заложников, поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, подрыв припаркованного автомобиля со стороны автодороги «Нягань-Талинка», террористический акт с использованием террориста-смертника, вывод из строя или несанкционированное вмешательство в работу коммуникаций жизнеобеспечения	Разрушение, влекущее нарушение или остановку технологического процесса, человеческие жертвы
Аналитическая лаборатория	14	300	Захват заложников, поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, подрыв припаркованного автомобиля со стороны автодороги «Нягань-Талинка»	Частичное разрушение, человеческие жертвы
Реагентное хозяйство	2	100	Захват заложников, поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства	Частичное разрушение, человеческие жертвы

## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Склад химических реагентов	1	250	Захват заложников, поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, террористический акт с использованием террориста-смертника	Частичное разрушение, человеческие жертвы
Резервуары чистой воды	5	4 шт. по 5000	Захват заложников, поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, подрыв припаркованного автомобиля со стороны автодороги «Нягань-Талинка», террористический акт с использованием террориста-смертника, заражение питьевой воды бактериологическими и химическими веществами	Разрушение, влекущее нарушение или остановку технологического процесса, человеческие жертвы, затопление территории, отравление населения

## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Газовая котельная	0	200	Поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, подрыв припаркованного автомобиля со стороны автодороги «Нягань-Талинка»	Частичное разрушение, взрыв, человеческие жертвы, в зимнее время отсутствие отопления
Трансформаторные подстанции (автоматический режим)	0	20	Поджог зданий, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, подрыв припаркованного автомобиля со стороны автодороги «Нягань-Талинка», террористический акт с использованием террориста-смертника, вывод из строя или несанкционированное вмешательство в работу коммуникаций жизнеобеспечения	Разрушение, влекущее нарушение технологического процесса, ограничение электроснабжения, пожар

## Продолжение Приложения А

### 3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию) Центральный и запасные выходы.

---

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

Взрывные устройства, огонь, поджог зданий, подрыв припаркованного автомобиля.

---

### IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

#### 1. Предполагаемые модели действий нарушителей

Взятие заложников, поджог зданий, подрыв припаркованного автомобиля, закладка и подрыв самодельного взрывного устройства, заражение питьевой воды бактериологическими и химическими веществами.

---

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения)

#### 2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

Полная или частичная остановка подачи воды в город на питьевые и хозяйственные нужды, отравление населения, погибшие, раненые.

---

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

#### 3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Таблица А.3 - Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
5	Подрыв резервуара	4000000
25	Подрыв фильтровальный цехов	50000000
44	Подрыв иных зданий территории	10000000
44	Захват заложников	20000000
44	Поджог зданий (территории)	100000000

## Продолжение Приложения А

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

ЧОО «Сибирь». 2 охранника в смену.

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Палка резиновая (ПР-72) – 1 шт., браслет ручной (БР) – 1 шт, металлоискатель – 2 шт.

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Оповещатель речевой «Рокот», извещатель пожарный ручной «ИПР – ЗСУ», устройство сигнальное световое «Выход», «Молния – 12», оповещатель световой «ПУЛЬСАР-1-01-Н» - для обнаружения возгорания (задымления) в помещениях установлены извещатели пожарные дымовые «ИПДЗ,1М», сигнал с которых поступает на прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Сигнал 20М», «ИП 212-45».

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

Отсутствуют

(наличие, количество, характеристика)

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

На территории объекта установлены 8 шт. видеокамер J2000-P2420SB наблюдения с выводом изображения на КПП. Помещение КПП оборудовано кнопкой экстренного вызова «группы немедленного реагирования» (тревожной сигнализации)

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Ручные металлоискатель SmartScan X – 2 шт.

(наличие, марка, количество)

## Продолжение Приложения А

### д) телевизионные системы охраны

Видеонаблюдение, мониторы: монитор BENQ G2025HD – 8 шт.; цифровой видеореги­стратор Optimus REC -1004 -8 шт.

---

(наличие, марка, количество)

### е) системы охранного освещения

Уличное (охранное) освещение по периметру территории выполнено светильниками GALAD Омега LED-100-ШБ/У50.

---

(наличие, марка, количество)

### 2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Один контрольно-пропускной пункт для прохода и проезда транспортных средств у центральных ворот.

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

Эвакуационные выходы расположены в здании КПП – 2 шт., лаборатории – 1 шт.  
Фильтровальные цеха – 2 шт., административный корпус - 2 шт.

### в) электронная система пропуска

Отсутствует

---

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

Отсутствует

---

(человек, процентов)

### 3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

#### а) наружное противопожарное водоснабжение

Наружное пожаротушение зданий площадки станции очистки воды осуществляется от пожарных гидрантов.

---

(наличие, тип, характеристика)

## Продолжение Приложения А

### б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод, совмещенный с хозяйственным-питьевым водопроводом. На существующей территории объединенный хозяйственно-противопожарный водопровод, резервуары чистой воды, в которых хранится хозяйственно-питьевой и противопожарный запас воды.

---

(наличие, тип, характеристика)

### в) автоматическая установка пожарной сигнализации

На объекте установлены автономные дымовые извещатели ИП-212 Сигнал П-1.

---

(наличие, тип, характеристика)

### г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

---

(наличие, тип, характеристика)

### д) система противодымной защиты

Отсутствует

---

(наличие, тип, характеристика)

### е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

На объекте применяются СОУЭ 2 типа. СОУЭ-012- система автоматического оповещения о пожаре, чрезвычайных ситуациях и управления эвакуацией на основе «Октава 100ц».

---

(наличие, тип, характеристика)

### ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные выходы расположены в здании КПП – 2 шт., лаборатории – 1 шт. Фильтровальные цеха – 2 шт., административный корпус - 2 шт. в соответствии с СП 1.13130.2020 Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

---

(количество, параметры)

## Продолжение Приложения А

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз:

План взаимодействия с органами безопасности, (шестое отделение (с дислокацией в г.Нягани) РУ ФСБ России по Тюменской области, ОНД и ПР (по г. Нягани и Октябрьскому району) УНД и ПР Главного управления МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу-Югре, ОМВД России по г.Нягани от 09.10.2022

---

(наличие, реквизиты документа)

### VII. Выводы и рекомендации

На территории участка водоподготовки достаточно выполняются меры по обеспечению пожарной безопасности, меры по физической защите, меры по инженерно-технической защите.

### VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

-  
(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)

-  
(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

-  
(другие сведения)