

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Природных ресурсов (ИПР)  
Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
Кафедра Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Исследование эколого-технологической эффективности водопользования Томского подземного водозабора</b>

УДК 628.16.09:504.4(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В21	Карманова Анна Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГИГЭ	Попов В.К.	Д.г.-м.н., профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР	Кочеткова О.П.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Шеховцова Н.С.	К.х.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГИГЭ	Гусева Н.В.	К.г.-м.н., доцент		

Томск – 2016 г.

## Результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
<b>В соответствии с общекультурными компетенциями</b>	
P1	Приобретать и использовать математические, социально-экономические и инженерные знания в междисциплинарном контексте инновационной профессиональной деятельности
P2	Применять глубокие профессиональные знания для решения задач проектно-изыскательной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области природообустройства и водопользования
P3	Проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования
<b>В соответствии с профессиональными компетенциями</b>	
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>	
P4	Уметь формулировать и решать профессиональные инженерные задачи в области природообустройства с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Управлять системой технологических процессов, эксплуатировать и обслуживать объекты природообустройства и водопользования с применением фундаментальных знаний
P6	Применять инновационные методы практической деятельности, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом безопасности в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P7	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P8	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>	

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
Р9	Определять, систематизировать и профессионально выбирать инновационные методы исследований, научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач
Р10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
<i>в области проектной деятельности</i>	
Р11	Уметь применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Природных ресурсов (ИПР)  
Направление подготовки (специальность) Природообустройство и водопользование  
Кафедра Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии (ГИГЭ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ Гусева Н.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**Бакалаврской работы**

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2В21	Карманова Анна Викторовна

Тема работы:

Исследование эколого-технологической эффективности водопользования Томского  
подземного водозабора

Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.02.2016, N 1355/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

1. Анализ литературных данных;
2. Результаты исследования химического состава осадка станции обезжелезивания Томского подземного водозабора;
3. Материалы производственной практики в АО «Томскгеомониторинг» (2015 г.);
4. Результаты научных исследований

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка современного состояния водоснабжения населения г. Томска;</li> <li>2. Изучение способов очистки подземных вод от железа для хозяйственно-питьевых целей и на Томском подземном водозаборе по литературным и фондовым источникам;</li> <li>3. Анализ морфологического и вещественного состава железосодержащих осадков;</li> <li>4. Разработка рекомендаций по утилизации минеральных новообразований;</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>6. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема подъема и подачи питьевой воды в Томск;</li> <li>2. Результаты рентгеновской дифрактометрии;</li> <li>3. Девидатограмма образца;</li> <li>4. Пути утилизации отходов станции обезжелезивания;</li> <li>5. Эколого-технологическая эффективность водохозяйственных мероприятий.</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p>Старший преподаватель кафедры ЭПР, Кочеткова О.П.</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Кандидат химических наук, доцент кафедры ЭБЖ, Шеховцова Н.С.</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>18.02.2016 г.</p>
--	----------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ГИГЭ	Попов В.К.	Д.г.-м.н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В21	Карманова Анна Викторовна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 82 с., 2 рис., 2 табл., 31 источников, 3 прил.

Ключевые слова: подземный водозабор, технология обезжелезивания воды, железосодержащие осадки, морфологический и вещественный состав минеральных новообразований, отстойники, рациональное использование, экологическая безопасность.

Объектом исследования являются железосодержащие осадки, образующиеся на станции обезжелезивания Томского подземного водозабора.

Цель работы – изучение технологии образования железосодержащих осадков при водоподготовке, исследование вещественного состава осадков и рациональных путей их утилизации.

В процессе исследования был проведен отбор проб железосодержащих осадков и исследования их вещественного состава в аккредитованных лабораториях ТПУ.

В результате исследования выявлен морфологический и вещественный состав новообразований Томского подземного водозабора, а также разработаны рекомендации по их утилизации с учетом технико-экономических особенностей промышленности.

Область применения – наиболее рациональные пути использования отходов станции обезжелезивания - использование осадка на химические реактивы – хлорид железа; для стекольной промышленности осадок сульфатов щелочно – земельных металлов; получение неорганических пигментов, в том числе и магнитных; получение строительных материалов, в частности окрашенного отделочного раствора и бетона.

## Оглавление

Введение.....	8
Обзор литературы .....	11
1 Экологическая безопасность хозяйственно-питьевого водопользования.....	12
2 Общая характеристика природной среды Томской области .....	14
3 Технология обезжелезивания подземных вод.....	16
3.1 Железо в природных водах .....	16
3.2 Зональность железосодержащих подземных вод .....	19
3.3 Методы обезжелезивания воды.....	20
3.4 Технология обезжелезивания воды на Томском подземном водозаборе.....	23
4 Лабораторно-аналитические исследования <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
4.1 Химический состав подземных вод <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
4.2 Рентгеновская дифрактометрия <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
4.3 ТГ/ДСК/ДТА термоанализатор с масс-спектрометром <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
5 Морфология и вещественный состав минеральных новообразований .....	26
5.1 Внутреннее строение осадка.....	26
5.2 Химический и минеральный состав минеральных новообразований .....	26
6 Проблема отделения осадка водоподготовки станции обезжелезивания.....	28
6.1 Проблема отделения осадка от воды .....	28
6.2 Методы отделения осадков от воды .....	29
7 Пути утилизации отходов станции обезжелезивания .....	33
7.1 Пути переработки и использования в производстве отходов станции обезжелезивания.....	33
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	35
Социальная ответственность .....	50
Заключение .....	65
Список публикаций.....	67
Список использованных источников .....	69
Приложение А Схема системы обеспечения экологической безопасности .....	73
Приложение Б Схема движения воды на станции обезжелезивания подземного водозабора г. Томска.....	74
Приложение В Расчет балансовой стоимости основных фондов ....	75





## Введение

Обеспечения населения России чистой питьевой водой - это проблема общегосударственного масштаба. Это связано с тем, что реки и озера России по разным причинам утратили свое назначение, как источник питьевого водоснабжения, а на некоторых водозаборах подземных вод отмечено отклонение от требований государственных стандартов к качеству питьевой воды. Томский водозабор эксплуатирует подземные воды месторождения, открытого в междуречье р. Оби и р. Томи сотрудниками кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Рассказовым Н.М и Удодовым П.А в 1963 г. Вода в Томи была настолько загрязнена промышленными и хозяйственными-бытовыми отходами, что существовавший метод очистки не позволял освободить ее от всех ядовитых примесей. В водопроводной воде всегда присутствовали загрязнители промышленного происхождения, и не всегда они соответствовали санитарным нормам по бактериологическим показателям. Статистика острых кишечных заболеваний, фиксирующая их неуклонный рост, особенно в период, предшествовавший пуску очистных сооружений. Так, если в 1964 году было зарегистрировано 1056 случаев, а в 1965 году – 1135, то в 1966 году – 1581, а в 1967 году уже – 2040. При этом количество заболеваний брюшным тифом увеличилось в 3,6 раза, а дизентерией – в 21,3 раза [30]. В стоках Кемеровского коксохимического комбината, сброшенных в Томь 31 марта 1980 года, концентрация фенола составляла 275 ПДК, а в апреле 1983 года дважды в течение 5- 7 дней уже в створе томского водозабора содержания фенола превышало норму в 21 раз [30].

По сколько р. Томь являлась главной рекой, которая принимала на себя часть сбросов, то задумывалось строительство Крапивинского гидроузла, но из-за ряда причин была приостановлена [15-17, 29].

С начала эксплуатации подземного водозабора встала проблема утилизации осадков, которые образуются в результате подготовки вод хозяйственно-бытового и технического назначения перед подачей в водопроводную сеть. Сходная проблема встречается не только на территории Томской области, но и затрагивает другие регионы Сибирского федерального округа, потребляющую воду из подземных источников с большим содержанием железа. Актуальностью данной работы является учет механизма формирования осадков при водоподготовке, повышение эффективности технологических процессов и снижение эксплуатационной стоимости производства питьевых вод.

Цель работы проанализировать методы обезжелезивания воды, которые используются в настоящее время при эксплуатации Томского подземного водозабора, а также исследовать основные характеристики и особенности осадка и выявить наиболее рациональные пути его использования, в связи с экологической безопасностью водных объектов, в которые сбрасываются разбавленные железосодержащие осадки.

Задачи исследования:

- 1) Оценить современное состояние водоснабжения населения г. Томска;
- 2) Изучение способов очистки подземных вод от железа для хозяйственно-питьевых целей и на Томском подземном водозаборе по литературным и фондовым источникам;
- 3) Исследовать морфологический и вещественный состав формирующихся осадков;
- 4) Проанализировать методы утилизации минеральных новообразований;
- 5) Выявить рациональные пути его использования, а также разработать рекомендации по утилизации железосодержащих осадков, с учетом технико-экономических особенностей промышленности.

Научная новизна работы заключается в исследовании вещественного состава железосодержащих осадков и на основании полученных данных разработаны рекомендации по их утилизации.

Основные защищаемые положения:

- 1) Экологическая безопасность водоснабжения рассматриваемого региона определяется не только ландшафтно-климатическими, гидрогеологическими и геолого-структурными факторами, но и характером и уровнем развития хозяйственной деятельности.
- 2) В системах водоснабжения из подземных источников образуются минеральные новообразования. Его состав нужно учитывать при разработке мероприятий по охране окружающей среды.
- 3) Строение, химический и минеральный состав новообразований определяется характером среды, из которых они формируются.
- 4) Учет железосодержащих осадков и его роль в эффективности работы водозаборных сооружений.

Значимость работы – в процессе упрощенной аэрации с последующим фильтрованием на скорых фильтрах выпадает большое количество осадка, который сбрасывается вместе с неочищенными сточными водами в реку Кисловка (в среднем за сутки 100-150 кг, в год 54,75 тонн). Данный водоток протекает по особо охраняемой пригородной зоне междуречья Томи и Оби, что усугубляет проблему (ФЗ « Об охране окружающей среды»). Утилизация осадка путем захоронения нельзя считать удовлетворительной, требуются все новые и новые территории, которые необходимо рекультивировать. Осадок в сухом виде характеризуется повышенным пылением и при несоблюдении технологии есть опасность загрязнения атмосферы. Поэтому отсутствие удовлетворительных методик утилизации отходов водоочистки представляет собой серьезную экологическую проблему.

Полученные материалы в ходе написания выпускной квалификационной работы, в будущем будут анализироваться, и формировать идеи, реализации которых будут представлены в магистерской диссертации.

## Обзор литературы

В первой главе рассмотрены задачи и комплексы мероприятий по обеспечению экологической безопасности хозяйственно-питьевого водоснабжения, согласно ст. 1 Закона РФ от 5 марта 1992 г. «О безопасности», а также по монографии Попова В.К, Лукашевич О.Д. и других соавторов (2002 г.).

Вторая глава посвящена описанию общей характеристике природной среды Томской области, которая включает в себя климатические, геологические и гидрогеологические особенности данного региона по гидрогеологии СССР том XVI Западно-Сибирская равнина (1970 г.).

В третьем разделе описаны теоретические аспекты очистки подземной воды от железа и все известные на сегодня способы обезжелезивания, взятых из работ Г.И. Николадзе (1995 г.) и Л.А. Кульского (1986 г.). В учебном пособии Крайнова С.Р. и Швеца В.М. (1987 г.) освещены вопросы распределения компонентов, в первую очередь железа в подземных водах, его физико-химическое состояние и формы участия в гидрогеохимических процессах.

На основе работы «Минеральные новообразования на водозаборах Томской области» Покровского Д.С., Дутовой Е.М., Рогова Г.М, Волождиной И.В. (2002 г.) написана пятая глава, где рассмотрены морфология и вещественный состав минеральных новообразований отходов станции обезжелезивания.

Шестая и седьмая глава данной работы посвящена различным направлениям использования железосодержащих осадков, образующие на станции обезжелезивания Томского подземного водозабора. Этим вопросом занимались Лисецкий В.Н., Брюханцев В.И. и Андрейченко А.А. (2003 г.). Описаны методы отделения данного осадка от воды по классификации Л.А. Кульского (1986 г.).

## **1 Экологическая безопасность хозяйственно-питьевого водопользования**

Согласно ст.1 закона РФ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды», под экологической безопасностью понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [3]. Если же рассматривать с точки зрения безопасности водопользования, основные критерии которых подразделяются на санитарно-гигиенические, экологические и социальные. К первой группе можно отнести те показатели, которые непосредственно влияют на человека (прямое или косвенное воздействие). К экологическому критерию относится любое негативное воздействие в том или ином ее проявления на природную среду, а последняя группа определяется стремлением людей повысить комфортность быта.

Основными водопользователями являются энергетика, сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, рыболовство, водный транспорт, тяжелая промышленность и рекреационная деятельность. Любая из этих отраслей влияет на качество и истощаемость водных ресурсов, но самое продолжительное по времени воздействия - это хозяйственно-питьевое водопользование. Население, особенно в развитых районах подвержено высокому риску загрязнения вод, в результате различных ситуаций на промышленных предприятиях, а также различные стихийные бедствия. В воду вследствие производственных аварий и катастроф попадают различные химические и бактериальные загрязнители, в том числе высокотоксичные. Все это ведет к угрозе снижения здоровья населения и сохранения качества окружающей среды. Снижение риска техногенных аварий и катастроф обеспечивает экологически приемлемые условия жизни людей.

Безопасность питьевой воды состоит из исходного качества и эффективности технологии, которые используются при обработке воды. Подземные воды играют в природе защитную роль, обеспечивающую функционирование экосистем. Система водоснабжения и канализации должна рассматриваться, как природно-техническая система, в которую входят различные подсистемы более низкого ранга: водозаборные сооружения, техническая система, водопроводно-транспортная система, канализационно-очистные сооружения, система обезвреживания и утилизации отходов [1].

В работах В. Владимирова и В. Измалкова в качестве основных задач по обеспечению экологической безопасности выделяются [4]:

- установление и поддержание на определенном минимально-возможном научно-обоснованном уровне экологического риска воздействий техногенных, природных и экологических факторов, путем выработки и реализации эффективных стратегий по снижению опасностей, охране и регулированию качества природной среды;

- поддержание гармоничной структуры, взаимосвязи и саморегуляции естественных процессов, сохранение репродуктивности и видового разнообразия популяций организмов живой природы, обеспечение равновесного состояния экосистем;

- обеспечение сохранения здоровья людей и исключение отдаленных последствий вредных воздействий для настоящего и последующих поколений.

Эксплуатация любого крупного подземного водозабора создает комплекс взаимосвязанных экологических, экономических и социальных проблем. Для этого существуют мероприятия, проведение которых необходимо для решения определенных задач. Данные комплексы выделены в виде блоков, составленных на основе работ [4]. Показанные блоки мероприятий не носят характер окончательно установленных, а могут расширяться или видоизменяться (Приложение А).

## 2 Общая характеристика природной среды Томской области

В соответствии с гидрогеологическим районированием для ведения мониторинга подземных водных объектов, Томская область расположена в пределах двух гидрогеологических структур II порядка - Иртыш-Обского артезианского бассейна (Западно-Сибирский сложный артезианский бассейн) и Алтае - Томского гидрогеологического массива (Алтае - Саянская сложная гидрогеологическая складчатая область).

Большая часть территории области находится в зоне тайги, которая характеризуется широтной зональностью и при продвижении к югу подразделяется на три плавно сменяющие друг друга подзоны: средней тайги, южной тайги и подтайги. Крайний юг области входит в лесостепную зону. Климат области является переходным от умеренно континентального к резко континентальному, с высокой изменчивостью показателей по сезонам года. Среднегодовая температура воздуха отрицательна и изменяется от  $-0,6^{\circ}\text{C}$  на юге до  $-3,5^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке. Около 86% территории области относится к районам Крайнего Севера или местностям, приравненным к ним. Годовое количество осадков изменяется от 400 до 570 мм, что при малых величинах испарения обеспечивает избыточное увлажнение [2].

В геологическом отношении большая часть территории области располагается в границах Западно - Сибирской плиты, а южные ее окраины входят в пределы Кузнецкого Алатау и Колывань – Томской складчатой зоны. Геологические образования указанных структур обладают значительными водными ресурсами, позволяющими обеспечить водоснабжения населения [6]. В состав пород комплекса общей мощностью до 200 м входят водоносные горизонты отложения новомихайловской, атлымской, юрковской и тавдинской свит.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Томской области осуществляется полностью за счет подземных вод. По состоянию на

01.01.2014 г. на территории Томской области для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения разведено и оценено 109 месторождений (участков) пресных и слабоминерализованных подземных вод с суммарными запасами 865,056 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе по категории А-364,655 тыс. м<sup>3</sup>/сут, В-287,769 тыс. м<sup>3</sup>/сут, С<sub>1</sub>- 138,131 тыс. м<sup>3</sup>/сут, С<sub>2</sub>- 74,501 тыс. м<sup>3</sup>/сут [5].

Основными источниками водоснабжения на большей части территории области являются воды палеогеновых отложений, реже четвертичных и меловых, в южной и юго-восточной части области - палеозойских образований.

Томский водозабор расположен в лесо-таежной зоне, состоит из 198 скважин, расположенных на трех линиях. Однако в результате антропогенного воздействия естественные природно-территориальные комплексы претерпевают значительные изменения.



### 3 Технология обезжелезивания подземных вод

#### 3.1 Железо в природных водах

Железо - переходной элемент-комплексобразователь с переменной валентностью. Занимает второе место среди металлов после алюминия по распространению в природе. Главные руды железа-это гематит  $Fe_2O_3$ , магнетит  $Fe_3O_4$ , лимонит  $FeO(OH)$  и сидерит  $FeCO_3$ . Встречается в природной воде в виде ионов  $Fe^{+2}$  и  $Fe^{+3}$ , а также в виде органических и неорганических соединений (коллоиды и взвеси) (Рисунок 3.1) [18].

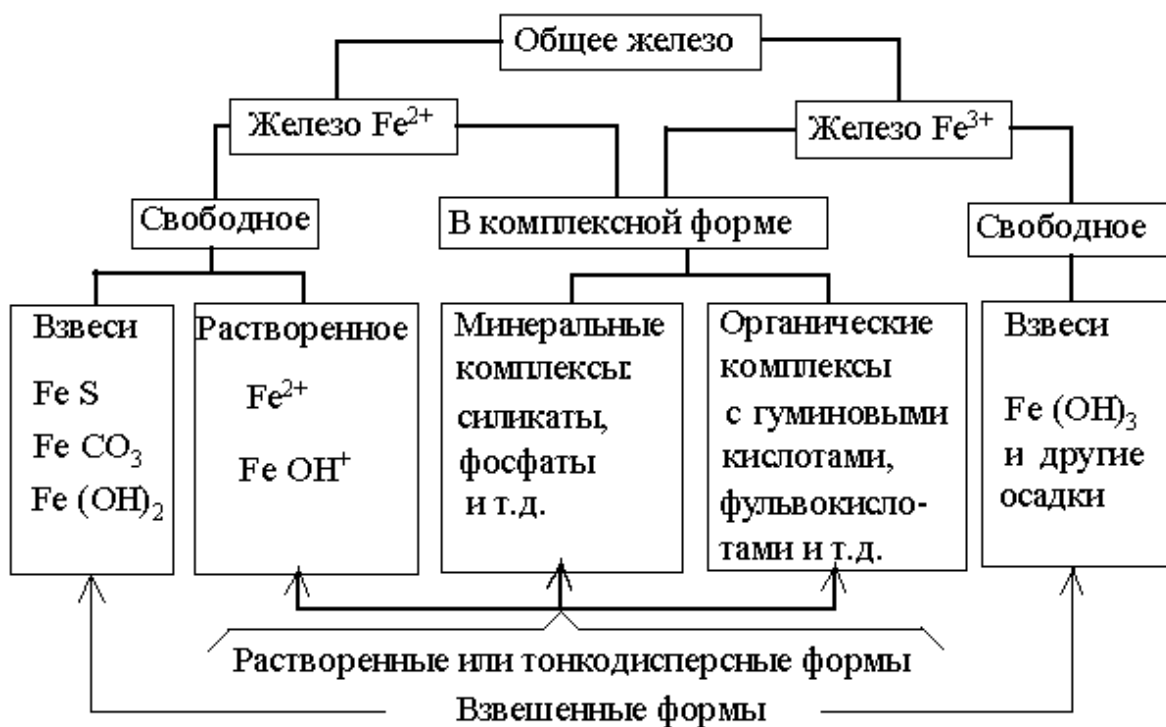


Рисунок 3.1 - Схема существования различных форм железа в воде

Его особенность как химического элемента проявляется в следующем:

- 1) Малая растворимость гидроксида железа;
- 2) Окисление  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  с последующим гидролизом  $Fe^{3+} + nOH^- = Fe(OH)_n^{3-n} \rightarrow Fe(OH)_3^0$  и образованием малорастворимого соединения  $Fe(OH)_3$  (тв);
- 3) Образованием малорастворимых соединений с сульфидным ионом  $Fe^{2+} + S^{2-} = FeS$ ,  $Fe^{2+} + 2S^{2-} = FeS_2$ ;

- 4) Образование малорастворимых соединений со многими анионами подземных вод;
- 5) Способность к образованию комплексных соединений с  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{F}^-$  и органическими веществами, особенно с веществами гумусового ряда- с фульво- и гуминовыми кислотами [18].

На рисунке 3.2 представлена диаграмма Пурбе, отражающая состояния системы железо-вода в координатах «окислительно-восстановительный потенциал  $E_h$  – значение  $\text{pH}$ ». Вертикальными прямыми показаны значения  $\text{pH}$  гидратообразования при реально устанавливаемом равновесии в системе. Как следует из диаграммы, при значениях  $\text{pH} < 4,5$  железо находится в воде в виде ионов  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ . При  $\text{pH} > 4,5$  железо (II) окисляется в железо (III), которое и выпадает в осадок. В этих же условиях при  $E_h < -0,2$  В и наличие в воде сульфидов может осаждаться  $\text{FeS}$ . В восстановительной среде в присутствии карбонатов и при  $\text{pH} > 8,4$  возможно выделение  $\text{FeCO}_3$ , а при  $\text{pH} > 10,3$  -  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  [18].

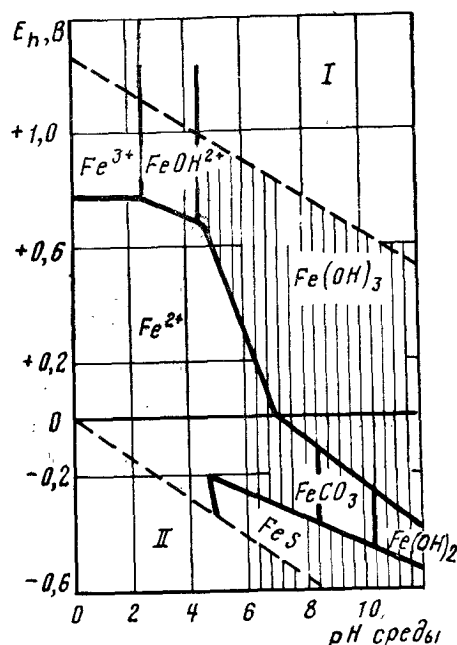


Рисунок 3.2 - Диаграмма Пурбе. Окислительно-восстановительный потенциал системы железо-вода в окислительной (I) и восстановительной (II) средах

Количества железа в воде существенно зависят от характера сообщения недр с земной поверхностью. Однако главнейшими факторами, контролирующими содержания Fe в водах, является окислительно-восстановительный потенциал (Eh), растворенное органическое вещество и в меньшей мере pH вод. Железо (II) образует соли практически со всеми анионами, встречающимися в природных водах, причем большинство из солей хорошо растворимы в воде. Железо может быть выведено из комплекса в осадок двумя путями: естественными - при участии бактерий, и искусственным - с помощью сильных окислителей, разрушающих защитные коллоиды.

При определенных условиях в осадок выпадают карбонат  $\text{FeCO}_3$ , гидроксид железа (II)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и сульфид железа  $\text{FeS}$ . Катион железа  $\text{Fe}^{+2}$  в подземной воде обычно существует не в свободном виде, а в виде комплексного иона. Среди анионов, которые встречаются в природных водах, наиболее широко принимают участие в комплексообразовании:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ . Особое место среди комплексных соединений занимают комплексы металлов с органическими соединениями - почвенными кислотами: гуминовыми и фульвокислотами. Гуминовые кислоты представляют собой высокомолекулярные соединения с азотсодержащими группами (продукты распада белков растений, животных и микроорганизмов). Фульвокислоты - высокомолекулярные соединения типа оксикарбоновых кислот (с меньшим по сравнению с гуминовыми содержанием углерода).

Железо является элементом, присутствие которого в воде чрезвычайно сильно осложняет водоснабжение во многих регионах. Многообразие его форм и концентраций, встречающихся в природных водах, привело к необходимости разработки методов, технологических схем и сооружений обезжелезивания воды.

### 3.2 Зональность железосодержащих подземных вод

Выделяют горизонтальную и вертикальную зональность распределения железа в подземных водах. Горизонтальная зональность существует в водах первых от поверхности водоносных горизонтах. Она определяется изменением в подземных водах концентраций органических веществ гумусового ряда. Формирование такой зональности связано с последовательной серией процессов, включающих [18]:

- 1) возрастание концентраций кальция;
- 2) образование малорастворимых фульфатов и гуматов кальция;
- 3) разрушение комплексных соединений Fe с фульвокислотами;
- 4) высвобождение Fe из связанного в комплексные соединения состояния;
- 5) гидролиз железа;
- 6) осаждение гидроксидов.

Вертикальная зональность заключается в закономерных изменениях концентраций железа с глубиной их формирования. В работе [18] выделяют три вертикальные зоны подземных вод, различающихся по условиям миграции и концентрации Fe. Первая зона имеет высокие значения Eh ( $> 300$  мВ) при обычном наличии в них кислорода. Для геохимии железа в этих водах важное значение имеют процессы окисления ( $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$ ), гидролиза ( $\text{Fe}^{3+} + n\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_n^{3-n}$ ) и осаждения ( $\text{Fe}(\text{OH})_3^0 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_{3(\text{тв})}$ ). В связи с этим в водах этой зоны наиболее вероятны относительно невысокие ( $< 1$  мг/л) концентрации железа. Больше увеличение его концентраций в естественных условиях происходит только при возрастании содержания органических веществ гумусового ряда. Вторая зона характеризуется низкими положительными значениями Eh (100-200 мВ), благоприятными для существования в них железа в виде  $\text{Fe}^{2+}$  и является зоной интенсивного накопления железа в подземных водах, с концентрацией до 100 мг/л. Третья зона соответствует распространению сульфидных вод с  $\text{Eh} < 0$ . В этой зоне содержания железа уменьшается, но могут достигать и до 5 мг/л.

### 3.3 Методы обезжелезивания воды

Высокая степень загрязненности поверхностных вод стимулирует стремление к переходу на подземное водоснабжение, однако и использование артезианской воды не может решить задачу обеспечения населения водой удовлетворительного качества.

Для любого региона важнейшей проблемой является технология эффективной очистки природных вод с учетом особенностей ее химического состава. Вода из глубоких скважин характеризуется повышенной минерализацией, высокими показателями жесткости, содержанием железа и марганца. За последние сто с лишним лет были предложены и внедрены разнообразные технологии очистки воды от железа. Выбор той или иной технологии очистки зависит от многих параметров: исходного состава воды, требуемой производительности и степени очистки, природно-климатической зоны, условия подачи воды и т.д.

Железо из природных вод удаляют методами, которые Г.И. Николадзе разделил на безреагентные (физические) и реагентные. К безреагентным методам относятся:

- 1) Вакуумно-эжекторная аэрация и фильтрование;
- 2) Упрощенная аэрация и фильтрование;
- 3) «Сухая» фильтрация;
- 4) Фильтрование на каркасных фильтрах;
- 5) Фильтрование в подземных условиях с предварительной подачей в пласт окисленной воды или воздуха;
- 6) Аэрация и двухступенчатое фильтрование

К реагентным относят следующие методы:

- 1) Упрощенная аэрация, окислация, фильтрование;
- 2) Напорная флотация с известкованием и последующим фильтрованием;
- 3) Известкование, отстаивание в тонкослойном отстойнике и фильтрование;

- 4) Фильтрация через модифицированную загрузку;
- 5) Электрокоагуляция;
- 6) Катионирование

Считается, что реагентные методы - более дорогие, поэтому их применяют в случаях: концентрация железа превышает 50 мг/л; требуется особо тщательная очистка воды; обезжелезивание совмещается с очисткой воды от других примесей.

Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется: рН- не менее 6,6; щелочность - не менее 1,5 мг-экв/л; содержание углекислоты до 80 мг/л и сероводорода до 2 мг/л; перманганатная окисляемость - не более 9,5 мгО<sub>2</sub>/л [11]. При этом при содержании железа (III) не более 10% общего и концентрации железа (II) в бикарбонатной или карбонатной форме до 3 мг/л рекомендуется метод фильтрации на каркасных фильтрах без вспомогательных фильтрующих средств: до 5 мг/л – предпочтительно применять метод «сухой» фильтрации; от 5 до 10 мг/л следует использовать метод упрощенной аэрации с одноступенчатым фильтрованием; от 10-20 – аэрация и двухступенчатое фильтрование; от 10-30 мг/л рекомендуется вакуумно – эжекционная аэрация с фильтрованием через загрузку большой грязеемкости. При содержании углекислого или карбонатного железа (II) более 20 мг/л или при наличии сероводорода 1-5 мг/л, рН не ниже 6,4 рекомендуется метод вакуумно – эжекционной аэрации с последующим отстаиванием в тонком слое воды или обработкой в слое взвешенного осадка и фильтрование [11].

Реагентные методы обезжелезивания воды применяют при низких значениях рН, высокой окисляемости, нестабильности воды. При этом при содержании сернокислого или карбонатного железа, либо комплексных железоорганических соединений: до 10 мг/л и перманганатной окисляемости до 15 мгО<sub>2</sub>/л рекомендуется применять фильтрацию через модифицированную загрузку; до 15 мг/л и перманганатной окисляемости до 15 мгО<sub>2</sub>/л предпочтителен метод, предусматривающий упрощенную

аэрацию, обработку сильным окислителем и фильтрование через зернистую загрузку большой грязеемкости; свыше 10 мг/л и перманганатной окисляемости более 15 мгО<sub>2</sub>/л следует применять напорную флотацию с предварительным известкованием и последующим фильтрованием или метод, предусматривающий аэрацию, известкование, отстаивание в тонком слое и фильтрование; свыше 10 мг/л, перманганатной окисляемости более 15 мгО<sub>2</sub>/л при производительности установок до 200 м<sup>3</sup>/сут можно рекомендовать электрокоагуляцию с барботированием, отстаиванием в тонком слое и фильтрование [11].

Наиболее сложно обезжелезивать воду, содержащую железо в виде комплексных соединений и коллоидных частиц. Такая вода может быть обезжелезена двумя путями: химическим- с помощью очень сильных окислителей, разрушающих поверхностно-активные вещества и лиганды, и биологическим- с помощью бактерий, разрушающих органические вещества.

Обезжелезивание воды катионированием целесообразно лишь в тех случаях, когда одновременно с обезжелезиванием требуется умягчение воды, при этом ионным обменом могут быть лишь извлечены ионы железа (II).

Достоинством ионного обмена является то, что из воды могут быть удалены железо и марганец, находящиеся в растворенном состоянии. Однако на практике возможность применения катионообменных смол для очистки от железа сильно затруднена. Во-первых, применение целесообразно там, где существует проблема с жесткостью воды. Во-вторых, ионообменные смолы очень сильно реагируют на наличие в воде трехвалентного железа, которое «забивает» смолу и очень плохо из нее вымывается и, в-третьих, наличие в воде органических веществ (в том числе органического железа) может привести к быстрому «зарастанию» смолы органической пленкой, которая одновременно служит питательной средой для бактерий.

В основе всех известных способов обезжелезивания лежит общий принцип, основанный на следующих стадиях [6]:

- 1) Окисление ионов двухвалентного железа до трехвалентного состояния  $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ ;
- 2) Осаждение (либо флотация) трехвалентного железа, обычно в виде оксогидроксида  $FeO(OH)$ ;
- 3) Отделение твердой фазы от жидкости.

Ионы двухвалентного железа, устойчивые в воде глубокого горизонта при наличии свободной углекислоты и отсутствии окислителей, а также железо в виде органических соединений, устойчивых благодаря комплексообразованию и “коллоидной защите” [2] Для того чтобы окислить  $Fe^{+2}$  до  $Fe^{+3}$ , нужно воспользоваться окислителем, потенциал которого больше расчетного. Из широкого круга окислителей, удовлетворяющих требованию, на практике получили распространение молекулярный кислород, перманганат калия, озон, гипохлорид ион и хлор.

Многообразие методов обезжелезивания воды характеризуются разной степенью надежности, технологической эффективности, экономической целесообразности, простоты и области применения.

### **3.4 Технология обезжелезивания воды на Томском подземном водозаборе**

Территория Западной Сибири характеризуется сложным геологическим строением и многообразием биотических и абиотических факторов среды, предопределяющих разнообразие качества природных вод питьевого назначения. В Томской области находится одно из крупнейших месторождений железа (Бакчарское железорудное месторождение). Однако железо находится в виде  $Fe_2O_3$  и  $FeO(OH)$ , что делает невыгодное получение из него чугуна и стали, по сколько на первоначальной стадии формируются железистые руды, которые обогащены кислородом. Почти все подземные воды данного региона содержат большое количество железа. Такое положение обусловлено высоким кларком Fe в горных породах земной коры,



а также специфическими химическими особенностями этого элемента, в частности его переменной валентностью.

Томский водозабор эксплуатирует месторождения подземных вод, открытого в междуречье Оби и Томи в 1963. Месторождение это - одно из крупнейших в России, так как разведанные эксплуатационные запасы его составляют около 500 тыс.м<sup>3</sup>/сут) [6]. Содержит в настоящее время 177 скважин, подающих в город до 149,33 тыс.м<sup>3</sup> воды в сутки (состояния на 2014 г.) и расположенный на трех линиях, общей протяженностью более 60 км.

Вода в большинстве случаев умеренно-жесткая, гидрокарбонатно-кальциево-магниевая состава. Пресные с минерализацией от 196 до 600 мг/дм<sup>3</sup>, от слабокислых до слабощелочных (рН от 6,2 до 8,0) [12]. В исходной воде наблюдается повышенное содержание железа, марганца и кремния.

Состав сооружений подземного водозабора состоит (Лист 1) [6]:

- 1) Павильоны артезианских скважин, расположенных на водоводах первого подъема;
- 2) Подкачивающая насосная станция первого подъема;
- 3) Аэрационная;
- 4) Станция обезжелезивания;
- 5) Два резервуара чистой воды;
- 6) Насосная станция второго подъема;
- 7) Воздуховодная станция;
- 8) Хлораторная со складом хлора;
- 9) Сооружения для повторного использования промывной воды;

Вода, подаваемая из артезианских скважин, поступает в аэраторы, где обогащается кислородом путем разлива воды из трубы, расположенной над поверхностью камеры. Из аэраторов вода поступает на скорые фильтры, где очищается от железа (Приложение Б).

В состав очистных сооружений входят [2]:

- 1) Станция обезжелезивания;
- 2) Резервуары чистой воды;
- 3) Хлораторная с расходным складом хлора;
- 4) Сооружения для повторного использования промывной;
- 5) Площадка для подсушивания осадка;
- 6) Административная секция с баком для промывки фильтров;
- 7) Подсобно-вспомогательные сооружения (эксплуатационный участок, электробойлерная и др.).

Водоподготовка на подземном водозаборе осуществляется на станции обезжелезивания методом упрощенной аэрации артезианской воды в аэраторах с последующей фильтрацией на скорых фильтрах. Обеззараживание производится хлором. Причем расход хлора в месяц составляет  $57\,354\text{ м}^3$  на объем воды равный  $4\,987\text{ м}^3$ .

Производительность станции обезжелезивания-  $207,5\text{ тыс.м}^3/\text{сут}$  [6]. Состоит она из двух блоков скорых фильтров, по 12 скорых фильтров на каждом блоке, всего-24 однопоточных скорых фильтра.

При работе фильтров образуется осадок двух видов. Первый вид образует плотный налет на материале загрузки. При долгой работе фильтра толщина осадка на материале загрузки может достигнуть несколько сантиметров. Этот осадок плотный, при промывке фильтров не удаляется. Второй вид - основная масса осадка, которая образуется между зернами загрузки и представляет собой сметанообразную массу, легко удаляющуюся при промывке фильтров [12].

При работе станции обезжелезивания выпадает в среднем 100-150 кг осадка, что ведет к поиску рационального способа отделения осадка водоочистки от промывной воды.

## **4 Морфология и вещественный состав минеральных новообразований**

### **4.1 Внутреннее строение осадка**

В монографии [12] осадки разделяют на два морфологических типа: бесструктурные охристые массы и минеральные агрегаты - оолиты. Существенных различий между этими типами осадков нет: и те и другие обязаны происхождением изменению физико-химических условий среды.

К первому типу относятся осадки, образующиеся на скважинном оборудовании и в отстойнике. Накопление осадка происходит в результате отстаивания вод, использованных для промывки зернистых фильтров. Осадок представляет собой светло-коричневую массу, имеющую сметанообразную консистенцию у поверхности и более вязкую, пастообразную за счет гравитационного уплотнения – в нижних слоях. При высыхании осадок твердеет, но легко растирается в пыль, пачкает руки.

Ко второму типу отнесены минеральные агрегаты, сформированные в процессе фильтрации через зернистые загрузки. Частицы взвеси задерживаются на поверхности зерна, образуя пленку, которая в процессе работы фильтра, нарастает по мощности. Толщина и цвет пленок зависят от времени работы фильтра и химического состава фильтруемой воды. После сушки на воздухе структура осадка сохраняется, и агрегаты разрушаются только при механическом воздействии [12].

### **4.2 Химический и минеральный состав минеральных новообразований**

Результаты химического анализа осадков показывают, что в их среднем валовом составе преобладают окислы железа и алюминия (более 37,58 и 21,63% соответственно) [12].

В формировании осадков на водозаборных сооружениях главная роль отводится органическому веществу. Распределение таких осадков четко подчиняется широтной зональности. Максимальное значение содержания гумуса (7,43%) наблюдается в осадке фильтра самого северного, Стрежевского, водозабора. В осадках фильтров Томского водозабора содержания гумусу в два раза ниже и составляет 4,88 % [12]. Пробы осадков, отобранные на любых водозаборах, будут существенно различаться по химическому составу. Это зависит от эксплуатируемого водоносного комплекса и от технологических мероприятий, проводимых в ходе водоподготовки.

В минеральном отношении осадки могут содержать 24 минерала, в том числе 9 оксидных и гидроксидных, 4 карбонатных, 8 фосфатных и 3 алюмосиликатных [13].

Несмотря на единую технологию водоподготовки, минералогический состав осадков, формирующихся на водозаборах, имеют свои собственные особенности. Обусловлено это в первую очередь ландшафтно-климатическими условиями расположения водозаборов, а также типом водовмещающих отложений эксплуатируемых горизонтов.

## **5 Проблема отделения осадка водоподготовки станции обезжелезивания**

### **5.1 Проблема отделения осадка от воды**

В процессе аэрации подземных вод на станции обезжелезивания выпадает большое количество осадка, который сбрасывается вместе с неочищенными сточными водами в р. Кисловку. Данный водоток протекает по особо охраняемой пригородной зоне междуречья Томи и Оби, что особо усугубляет экологическую проблему данного региона. Этой проблемой занималась бывшая сотрудница кафедры ГИГЭ Батозская Юлия, а именно это вопросы связанные с фактическим состоянием р.Кисловки, моделирования распространения сточных вод и оценка допустимого воздействия, связанного со сбросом сточных вод станции обезжелезивания Томского подземного водозабора [24].

Больше всего осадка образуется с непромытых скорых фильтров, который представляет наибольшую проблему в плане утилизации и вторичного использования. Основу осадка водоподготовки станции обезжелезивания томского водозабора составляет оксигидроксид железа  $FeO(OH)$  (гетит), для отделения которого от воды создана система повторного использования воды. Система повторного использования станции обезжелезивания томского водозабора предназначена для приема воды после промывки скорых фильтров с большим количеством взвешенных частиц, отстаивания промывной воды в течение времени, необходимого для выпадения взвешенных частиц в осадок и снижения мутности до концентрации 10 мг/л с последующей повторной очисткой воды на скорых фильтрах. Осадок водоочистки из отстойников должен подаваться с помощью иловых насосов на иловые поля для подсушивания и последующего захоронения [6]. В течение некоторого времени выяснилось, что в процессе эксплуатации эта система не эффективна, так как для

выпадения взвешенных частиц не достаточно трех часов. Если отстаивание производить дольше, то происходит повторное бактериологическое загрязнение воды, и ее мощность не хватает для очистки всей промывной воды.

## **5.2 Методы отделения осадков от воды**

По классификации Л.А. Кульского, вода с осадком гетита, получаемая после промывки скорых фильтров Томской станции обезжелезивания, относится к первой группе, так как содержит частицы  $10^{-7}$  м (0,1 мкм) и более крупные. Для отделения от воды частиц такого размера существует несколько методов, которые условно разбивают на две группы: безреагентные и реагентные [6] .

К первой группе относятся следующие методы:

- 1) Отстаивание;
- 2) Фильтрование;
- 3) Центрифугирование;
- 4) Осветление, т.е. обработка в слое взвешенного осадка ( кипящем слое);
- 5) Электрокоагуляция.

Причем, каждый из этих методов имеет несколько разновидностей.

Ко второй группе относятся:

- 1) Коагулирование;
- 2) Флокулирование;
- 3) Флотация (в разных вариантах);
- 4) Фильтрование через модифицированную загрузку.

Электрокоагуляция применяется для обезжелезивания небольших количеств воды, содержащей более 10 мг/л железа при рН ниже 6,5. Для обезжелезивания больших количеств воды с низким содержанием железа этот метод считается, нерентабелен [6].

Центрифугирование не применяется широко в практике для осветления воды из-за высокой стоимости и сложности их эксплуатации.

Гидроциклоны используют для предварительного осветления воды только тогда, когда размер частиц находится в пределах 15 – 100 мкм [14].

Фильтрация промывной воды на скорых фильтрах малоэффективна из-за быстрого «зарастания» фильтрующей загрузки.

Отстаивание и осветление являются наиболее эффективными методами отделения осадка от воды. Причем введение реагентов повышает их эффективность работы. Использование флокулянтов позволяет ускорить в камерах хлопьеобразования, в отстойниках формирование хлопьев и их осаждение, также улучшить эффект осветления воды и увеличить скорость ее движения в сооружениях. В большинстве случаев применения флокулянтов позволяет увеличить производительность станций примерно в 1,5 раза.

Основой как реагентной, так и безреагентной очистки воды от взвесей являются: осветление и отстаивание. Осветлители воды - аппараты, в которых вода движется сквозь взвешенный слой твердых частиц. Эти частицы образуются в результате обработки воды реагентами и обладают физико-химическими свойствами, ускоряющими процесс и повышающими эффект обработки воды. Принцип, на котором основана их работа – это существование контактной среды. Контактная среда в осветлителе состоит из твердых частиц – продуктов процесса обработки воды. Твердые частицы под действием силы тяжести поступают в осадкоуплотнитель (шлакосборник) и непрерывно удаляются из нижней части осветлителя. Из верхней части удаляется осветленная вода. Принципиальным отличием отечественных осветлителей от применяемых за рубежом, в частности, в США является то, что в последних применяется механическое перемешивание в камерах хлопьеобразования [6]. Достоинством механического перемешивания заключается в том, что имеется возможность относительно простого регулирования его интенсивности путем изменения скорости вращения мешалки. Такое регулирование необходимо при колебаниях качества

исходной воды, а также при пуске осветлителя. При механическом перемешивании можно значительно увеличивать производительность осветлителя.

По сравнению с альтернативными методами очистки (отстаивание, фильтрование) осветлители имеют следующие преимущества [6]:

- 1) Высокую эффективность очистки;
- 2) Высокую производительность;
- 3) Непрерывность очистки воды и удаление осадка;
- 4) Более рентабельное использование площадей;
- 5) Низкие эксплуатационные затраты.

К недостаткам относят следующие:

- 1) Большие капитальные затраты на строительство;
- 2) Необходимость строго соблюдения технологии очистки;
- 3) Необходимость добавления реагентов (коагулянтов, флокулянтов) и, как следствие, ухудшение химического состава воды.

Осветлители при водоподготовке обычно используют при очистке от взвесей и снижении цветности вод открытых водоемов и умягчении воды.

Альтернативным сооружением, в которых можно отделять осадок от воды, является отстойник. Частицы взвесей отделяются от воды под действием силы тяжести, поскольку взвеси и вода имеют разную плотность. В практике водоочистки используют различные виды отстойников: горизонтальные, вертикальные и радиальные. Горизонтальные отстойники применяются на водоочистных станциях хозяйственно - питьевых и промышленных водопроводов производительностью более 30 000 – 50 000 м<sup>3</sup>/сутки при удалении из воды коагулированной взвеси и любой производительностью при удалении некоагулированной взвеси [14]. Эффективность работы отстойников в очень большой степени зависит от вида поступающих в него хлопьев, сформировавшихся в конце камеры хлопьеобразования. Если эти хлопья будут разрушены по пути к отстойнику, то вторичная их агломерация в отстойнике будет идти медленно, а значит



отстойник будет плохо осветлять воду. Радиальные отстойники применяют на водоочистных станциях для предварительного осветления очень мутных вод (мутность более 2 г/л), а также для очистки воды в системах оборотного водоснабжения. Вертикальные отстойники применяют для осаждения скоагулированной взвеси на станциях производительностью более до 3 000 м<sup>3</sup>/сутки [14]. На Томской станции обезжелезивания имеются горизонтальные отстойники.

## 6 Пути утилизации отходов станции обезжелезивания

### 6.1 Пути переработки и использования в производстве отходов станции обезжелезивания

В процессе аэрации подземных вод на станции обезжелезивания г. Томска выпадает большое количество осадка. Утилизация осадка путем захоронения нельзя считать удовлетворительной, требуются все новые и новые территории, которые необходимо рекультивировать. Осадок в сухом виде характеризуется повышенным пылением и при несоблюдении технологии есть опасность загрязнения атмосферы и засорения порошком больших территорий. Поэтому отсутствие удовлетворительных методик утилизации отходов водоочистки представляет собой серьезную экологическую проблему.

Поэтому железосодержащие осадки можно утилизировать в следующих направлениях (Лист 3):

- 1) Захоронение. Такая схема утилизации гетита, как сказано выше, нельзя считать удовлетворительной;
- 2) Брикетирование влажного осадка, его последующую сушку и использование в металлургии. Данную методику используют на Западе, в частности в странах Скандинавии. Этот путь решает экологическую проблему, но требует больших затрат энергии на получение чугуна и стали;
- 3) Переработка на химические реактивы. Ранее этот метод считался нерентабелен, но в настоящее время цены на химреактивы выросли. Была предложена схема, предусматривающая получение из гетита двух основных продуктов: хлорида железа  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и смешанного сульфата щелочноземельных и тяжелых металлов. Сульфат предполагается использовать для получения стекла. А вот использования хлорида железа более многообразно – в

радиотехнической промышленности, в коммунальном хозяйстве для очистки сточных вод, на станциях обезжелезивания для повышения эффективности и скорости окисления двухвалентного железа;

- 4) Получение пигментов. Наиболее интересным с точки зрения высоких технологий являются получения магнитных пигментов для записи информации. А перспективным путем утилизации отходов - получение пигментов для лаков и красок;
- 5) Получение стройматериалов. Этот путь интенсивно разрабатывался в 1998 г. кафедрой общей и неорганической химии Томского политехнического университета в рамках хоздоговора с МП «Томскводоканал». Эта методика предусматривает, прежде всего, производство искусственных камней: окрашенного отделочного раствора и окрашенного бетона.

## Задание для раздела

### Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2В21	Карманова Анна Викторовна

<b>Институт</b>	Институт природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	Гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Природообустройство и водопользование

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p>1) Сметная стоимость объектов основного производственного назначения; 2) Основные производственные показатели; 3) Состав сооружений; 4) Технические характеристики установленного насосного оборудования</p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p style="text-align: center;">СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»</p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p>1) Нормативы амортизационных отчислений; 2) Балансовая стоимость в расчетах равна сметной стоимости основных фондов; 3) Единый социальный налог составляет в зависимости от ставки налога по законодательству от фонда заработной платы; 4) Цена кубометра воды для подземного водозабора, равна двум себестоимостям</p>

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	<p>1) Анализ конкурентных технических решений; 2) Технология QuaD; 3) SWOT - анализ</p>
<p>2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i></p>	<p style="text-align: center;">Финансовое обеспечение мероприятий осуществляется за счёт инвестиционной составляющей предприятия</p>

3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Повышение производственных показателей путем улучшения использования основных производственных фондов, а также осуществления реконструкции имеющихся производственных участков.
<b>Перечень графического материала:</b>	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.02.2016 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭПР	Кочеткова О.П.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В21	Карманова Анна Викторовна		

Основной целью ООО «Томскводоканал» является решение социальных задач в сфере обеспечения качественными услугами по водоснабжению и водоотведению абонентов города Томска и ряда присоединенных территорий.

Ввиду сильного загрязнения поверхностных вод на территории Западной Сибири для питьевого водоснабжения используют железистые подземные воды. Для доведения количества железа до необходимой питьевой нормы - 0,3 мг/л на Томском водозаборе существует станция обезжелезивания, где аэрация осуществляется упрощенным способом (путем излива из труб). Затем вода подается на скорые фильтры, где происходят окисление двухвалентного железа до трехвалентного гидроксида, и последующая фильтрация через фильтрующую загрузку. Производительность станции обезжелезивания-207,5 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Состоит она из двух блоков скорых фильтров, по 12 скорых фильтров на каждом блоке, всего 24 однопоточных скорых фильтра с центрально расположенным каналом между двумя секциями, с тремя распределительными стальными полукруглыми лотками в каждой секции.

Станция обезжелезивания благотворно влияет на социальный настрой населения. Это подтверждается эффективностью работы станции, ее положительным воздействием на окружающую среду и как следствие конечного потребителя.

## **1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **1.1 SWOT-анализ**

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта [28]. SWOT-анализ

применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта таблица 1.

Таблица 1 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Отсутствие конкуренции.</p> <p>С2. Высококвалифицированный персонал.</p> <p>С3. Наличие сертификата лицензирования на все виды работ и услуг</p>	<p>Сл1. Установленные тарифы.</p> <p>Сл2. Недостаточный уровень финансирования исследований.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Экономический подъем.</p> <p>В2. Увеличение кошелька потребителя.</p> <p>В3. Развитие малого и среднего бизнеса.</p>	<p><i>«Сильные стороны и возможности»</i></p> <p>Увеличения объема выручки привлечения потребителей и удержания старых клиентов.</p>	<p><i>«Слабые стороны и возможности»</i></p> <p>Минимизации существующих проблем, путем максимизации внешних возможностей.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Острый недостаток специалистов.</p> <p>У2. Тарифы регулируются на основе норм.</p>	<p><i>«Сильные стороны и угрозы»</i></p> <p>Максимально развить силы и минимизировать угрозы.</p>	<p><i>«Слабые стороны и угрозы»</i></p> <p>Минимизации слабостей за счет сильных сторон предприятия</p>

На основе приведенного выше анализа можно сделать вывод, что имеется широкий спектр возможностей, к которым должно стремиться данное предприятие:

1) Увеличение кошелька потребителя. В последние годы эффективно повышается средний уровень заработной платы россиян, что позволяет рассчитывать на повышение тарифов на оказываемые услуги;

2) Развитие малого и среднего бизнеса. У любого предприятия расход услуг всегда больше, нежели в жилых помещениях.

Присутствуют сильные стороны, способные помочь предприятию реализовать перечисленные возможности. Главная из них – отсутствие конкурентов. При этом наличие высококвалифицированного персонала и расширение доли научных исследований и разработок в деятельности фирмы является неотъемлемой частью развития фирмы.

Анализ слабых сторон и угроз показал, что некоторые аспекты, связанные с недостаточной информированностью потребителя, требуют особого внимания руководства организации. Регулирование тарифов со стороны государства является еще одной слабой стороной

Для развития ООО «Томскводоканал» необходимо повышать производственные показатели путем улучшения использования основных производственных фондов, осуществления реконструкции имеющихся производственных участков и т. д.

## **2 Оценка эффективности инвестиционного проекта**

Таблица 2 – Исходные данные

Состав сооружений	Значения, тыс.руб.
Павильоны артезианских скважин, расположенных на водоводах первого подъема	10856,25



Продолжение таблицы 2

Подкачивающая насосная станция первого подъема	1387,19
Аэрационная	5423,23
Станция обезжелезивания	3377,5
Два резервуара чистой воды	398,06
Насосная станция второго подъема	1664,63
Воздуходувная станция	2300,12
Хлораторная со складом хлора	1001,19
Сооружения для повторного использования промывной воды	2900,12
Коммуникации различного назначения	1649,57

Таблица 3 – Исходные данные

Производительность системы, тыс.м <sup>3</sup> /сут.	150
Дозы, мг./л ( реагент)	60
Среднегодовой напор, м.	74

## 2.1 Определение сметной стоимости объектов основного производственного назначения

Таблица 4 – Определение сметной стоимости объектов

Перечень работ	Стоимость работ (подземный водозабор) тыс. руб.
Стоимость объектов основного производственного назначения	28978,32

Продолжение таблицы 4

Подготовка территории строительства (5%)	1448,92
Затраты на проектно-изыскательские работы (9%)	2608,05
Стоимость объектов энергетического хозяйства (1%)	289,78
Стоимость объекта транспортного хозяйства (4%)	1159,13
Стоимость объектов подсобного хозяйства (2%)	579,57
Временные здания и сооружения (11%)	3187,62
Затраты на благоустройство территории (1%)	289,78
Затраты на подготовку эксплуатационных кадров (0,01%)	2897,83
Итого:	12460,68
Резерв средств на непредвиденные расходы (15%)	4346,75
Всего с учетом резерва:	16807,43
Возвратные суммы (15%)	478,14
Всего по сводному сметному расчету:	45307,61

**Вывод:** Сметная стоимость объектов основного производственного назначения по поверхностному водозабору составляет 45307,61 тыс. руб.

## 2.2 Определение себестоимости услуг по подаче воды системой подземного водозабора

Основное назначение показателей себестоимости продукции заключается в том, что необходимо охарактеризовать затраты на ее производство и сбыт.

Применительно к системе водоснабжения и канализации различают следующие статьи затрат по элементам

$$C=C_a+C_{\text{мат}}+C_{\text{зп}}+C_{\text{отч.}}+C_{\text{пр.}}, \text{ где}$$

$C$ - себестоимость продукции, руб./м<sup>3</sup>

$C_a$ - амортизационные отчисления на полное восстановление, руб.

$C_{\text{мат}}$  - затраты на материалы, сырье, энергию, руб.

$C_{\text{зп}}$  –затраты на заработную плату, руб.

$C_{\text{отч.}}$  –отчисления в социальные фонды, руб.

$C_{\text{пр}}$ - прочие отчисления (затраты на командировки, оплату труда административного персонала),руб.

### **2.3 Расчет амортизационных отчислений на полное восстановление и затрат на текущий ремонт подземного водозабора**

Амортизационные отчисления - это отчисления на полное восстановление основных фондов. Амортизационные отчисления на полное восстановление и отчисления на текущий ремонт определяются по формулам:

$$A_{\text{в}}=a_{\text{в}}\text{БС}/100\% \quad \text{и} \quad A_{\text{т.р.}}=a_{\text{т.р.}}\text{БС}/100\% , \text{ где}$$

БС- балансовая стоимость в руб.;

$a_{\text{в,}}$   $a_{\text{т.р.}}$ - нормативы амортизационных отчисления на полное восстановление и на текущий ремонт, %

Нормативы амортизационных отчислений определяются по проекту нового налогового кодекса: для зданий и сооружений -5%, а для энергетического, транспортного и подсобного хозяйства -10% (усредненный процент , так как здания и сооружения-5%, а оборудование -15% ) (Приложение В) .

Затраты на материалы определяются по формуле

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{м}} * D_{\text{м}} * K_{\text{скл}} * Q * 365 / B * 10^3, \text{ где}$$

$C_{\text{мат}}$  - затраты на материалы, руб.;

$C_{\text{м}}$  - отпускная цена реагента (коагулянта), руб./т

$C_{\text{м}}$  (коагулянта) = 2,4 тыс.руб./т

$C_{\text{м}}$  (реагента) = 0,88 тыс.руб./т

$D_{\text{м}}$  -требуемая доза реагента (коагулянта) мг/л.

$D_{\text{м}}$  (коагулянта) = 60 мг/л

$K_{\text{скл}}$  -коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы.

Выбирается в диапазоне от 1,1...1,15. В нашем случае 1,1.

$365 * Q$  - годовой объем водоподдачи, м<sup>3</sup>/сут.;

$B$  - коэффициент ,учитывающий содержание активного вещества в товарном реагенте (доли единицы).  $B$ (коагулянта) = 0,163 и  $B$ (реагента) = 0,998

### **При подземном водозаборе**

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{реаг}} = C$$

$$C_{\text{реаг}} = (0,88 * 60 * 1,1 * 150 * 365) / 0,998 * 10^3 = 3186,25 \text{ тыс.руб.}$$

При подземном водозаборе происходит обеззараживание воды при помощи хлора. Затраты на электроэнергию являются еще одно составляющей затрат на материалы и определяются по формуле:

$$C_{\text{эн}} = C_{\text{эн}} * Q_{\text{год}} * H * K_{\text{соб}} / \eta_1 * \eta_2, \text{ где}$$

$C_{\text{эн}}$  - цена на электроэнергию, руб./кВт\*ч. 2,72- переводной коэффициент, определяющий затраты на электроэнергию в кВт\*ч на подъем 1000м<sup>3</sup> на высоту 1м

$Q_{\text{год}}$  - годовой объем подачи воды, м<sup>3</sup>/год

$H$  - среднегодовой напор в м

$\eta_1 * \eta_2$  -КПД насосов и двигателей, КПД = 0,8

$K_{\text{соб}}$  -коэффициент затрат на собственные нужды,  $K_{\text{соб}} = 1,1$

$$C_{\text{эн.подземн}} = (2,72 * 150 * 365 * 74 * 1,1) / 0,8 = 15152,61 \text{ тыс.руб}$$

Затраты на материалы при подземном водозаборе определяется следующим образом

$$C_{\text{мат.под}} = C_{\text{реаб}} + C_{\text{эн}} = 3186,25 + 15152,61 = 18338,86 \text{ тыс.руб.}$$

## 2.4 Расчет оплаты труда административно-управленческого персонал подземного водозабора

Таблица 5 – Расчет оплаты труда

Затраты	Численность	Среднемесячная ЗП руб	Годовая ЗП тыс.руб
Руководители	10	34760,29	4171,23
Инженерно-технические работники	24	29456,21	8483,38
Служащие	22	25496,32	6731,02
Младший обслуживающий персонал	18	16120,26	3481,97
<b>Итого</b>	<b>74</b>		<b>22867,6</b>

### Отчисления в социальные фонды

Единый социальный налог составляет в зависимости от ставки налога по законодательству 30,20% от фонда заработной платы (ФЗП).

$$ЕСН_{\text{подз}} = 22867,6 * 0,302 = 690,85 \text{ тыс.руб}$$

## 2.5 Расчет себестоимости услуг водопровода

Таблица 6 – Расчет себестоимости

Статьи затрат	тыс.руб
Затраты на материалы	18338,86
Затраты на оплату труда рабочих	<b>22867,6</b>
Затраты на амортизацию	2613,61
Отчисление в социальные службы	690,85
<b>Итого:</b>	<b>44510,92</b>

Определение себестоимости кубометра воды при подземном водозаборе:

$$\text{Себестоимость}_{\text{подзем}} = C_{\text{сум.}} / 365Q$$

$$\text{Себестоимость}_{\text{подзем}} = 44510,92 / 365 * 150 = 0.81 \text{ руб./м}^3$$

Себестоимость подземного водозабора можно уменьшить за счет :

1) снижения затрат на оплату труда рабочего и административно-управленческого персонала, за счет введения в производство новых технологий.

2) Снижения материальных затрат. Уменьшению материальных затрат может способствовать поиск новых поставщиков с более низкими ценами на сырье и материалы.

## 2.6 Анализ безубыточности и обеспечения целевой прибыли

Одним из методов ценообразования является метод анализа безубыточности, и получения целевой прибыли. Методика ценообразования с расчетом на получение целевой прибыли основывается на графике

безубыточности. На таком графике представлены постоянные издержки (затраты), переменные издержки, целевая прибыль.

По определению из всех элементов затрат (издержек) по подаче воды потребителю постоянными являются: амортизация, заработная плата, отчисления, прочие затраты. Переменные затраты- материальные затраты (затраты на реагенты и электроэнергию).

Целевая прибыль расходуется на выплату налогов, реинвестирование в развитие производства, а также на потребление.

Преимущество данного метода ценообразования заключается в том, что он позволяет получить необходимую для нормальной работы прибыль. Недостатки же состоят в том, что он требует рассмотрения разных вариантов цен и не учитывает особенности спроса.

Определяя постоянные и переменные затраты, необходимо помнить о существующей системе платного водопользования. Система платежей, связанных с использованием водными объектами включает:

- плату за пользование водными объектами (водный налог)
- плату, направляемую на восстановление и охрану водных объектов.

В расчетах норматив платы за право пользования водным объектом может быть принят, в зависимости от региона и типа водозабора, а норматив платы за восстановление и охрану- 0 руб./м<sup>3</sup> (при необходимости осуществляется инфляционная корректировка нормативов).

Для того чтобы определить плату за право пользования водными объектами, направляемую на восстановление и охрану, необходимо умножить нормативы этой платы на годовой объем водоподачи. Эти затраты относятся соответственно к переменным, т.к. изменяются пропорционально объему подаваемой воды.

Примем единую цену кубометра воды для подземного водозабора, равную двум себестоимостям:

$$Ц=2*\text{себестоимость}$$

$$Ц_{\text{подзе}}=2*0,81=1,62 \text{ руб./м}^3$$

Тогда выручка за весь годовой объем воды будет равен:

$$Ц_{\text{подз}}=1,62*365*150=88695 \text{ тыс.руб.}$$

$$\text{НДС}=0,18*(Ц_{\text{подз}}-C_{\text{мат}})=0,18*(88695-18338,86)=12664,10 \text{ тыс.руб.}$$

$$H_{\text{вод.}}=N*365*Q= 348*365*150=19053 \text{ тыс.руб.}$$

$$H_{\text{пр}}=1\%*Ц_{\text{год}}=1\%*88695=8869,5 \text{ тыс.руб.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 7

Таблица 7 – Плата за право пользования водными объектами

Постоянные затраты тыс.руб.		Переменные затраты тыс.руб.	
Амортизация	2613,61	Затраты на материалы и электроэнергию	18338,86
Зарплата рабочих	<b>22867,6</b>	НДС	12664,10
Отчисления в социальный фонд	690,85	$H_{\text{вод.}}$	19053
		$H_{\text{пр}}$	8869,5
Итого	26172,06		58925,46

Рассчитываем целевую прибыль:

$$П_{\text{цел.подз}}=88695-26172,06-58925,46=3597,48 \text{ тыс. руб.}$$



### 3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

#### 3.1 Расчет срока окупаемости проекта

Таблица 8 – Показатели срока окупаемости проекта

№	Показатели	Шаги расчета, кварталы				
		0	1	2	3	4
1	Чистый денежный поток от операционной и инвестиционной деятельности	-22408,10	6297,90	6297,90	6297,90	6297,90
2	Коэффициент дисконтирования	1,00	0,97	0,93	0,90	0,87
3	Дисконтированный денежный поток	-22408,10	6081,65	5872,82	5671,17	4931,45
4	Накопленный дисконтированный денежный поток тыс.руб	-22408	-16326,5	-10453,63	-4782,46	148,99

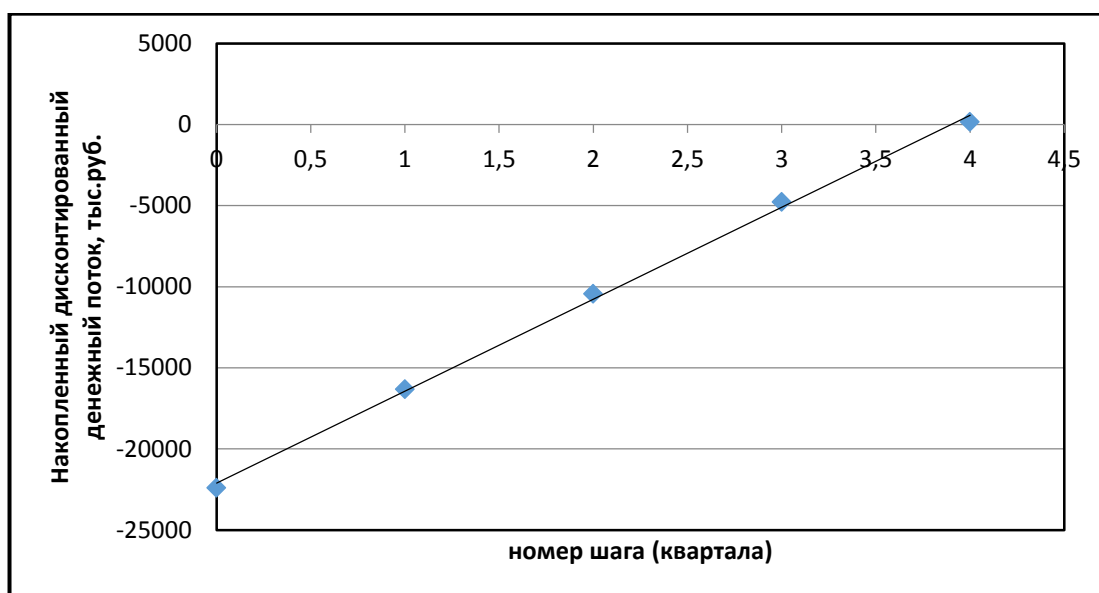


Рисунок 1 – Зависимость накопленного дисконтированного денежного потока от квартала

Срок окупаемости составил 3,96 квартала (11,9 месяцев).

### 3.2 Оценка уровня финансовых рисков

Таблица 9 – Исходные данные

	Ед. измерения	
Цена за кубометр воды	руб/м <sup>3</sup>	1,62
Затраты на весь объем	тыс.руб/мес	8869,5
Максимальные цены на газ, при которых рентабельность равна 1	руб/м <sup>3</sup>	1,9
Затраты на весь объем	тыс.руб/мес	10402,5

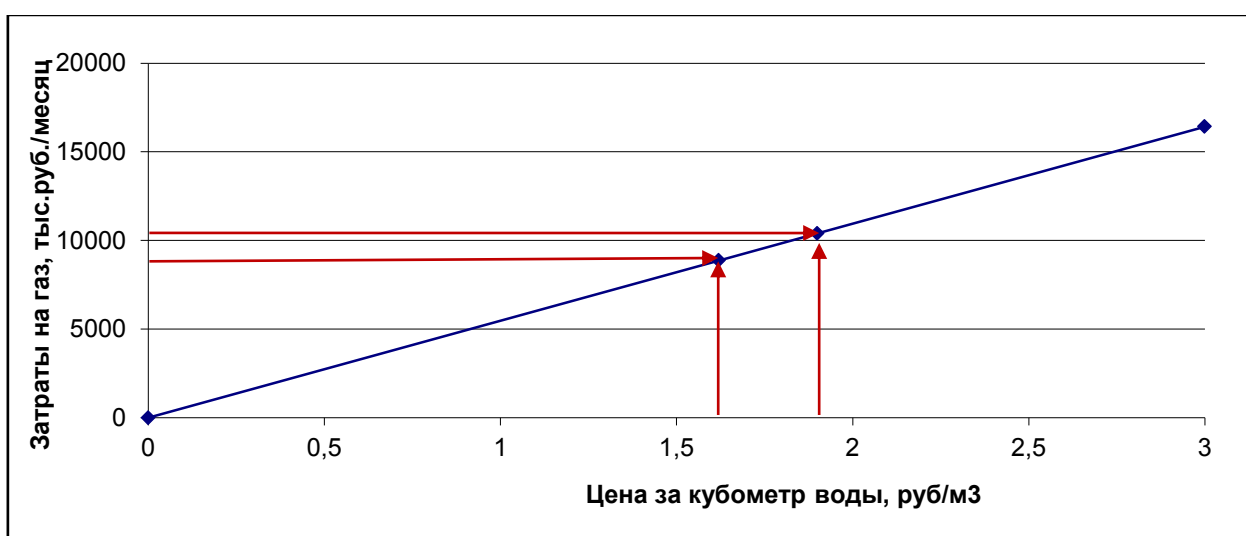


Рисунок 2 – Зависимость затрат за кубометр воды

Вывод: При цене за кубометр воды 1,62 руб./м<sup>3</sup> принятие проекта целесообразно, чистый дисконтированный поток составит 8869,5 тыс. руб., при сроке окупаемости 11,9 (< 1 года). Однако этот проект очень чувствителен к ценам за кубометр воды, небольшие колебания могут привести к убыточности проекта.

**Задание для раздела  
Социальная ответственность**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2В21	Карманова Анна Викторовна

<b>Институт</b>	Институт Природных ресурсов	<b>Кафедра</b>	Гидрогеологии инженерной геологии и гидрогеоэкологии
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Природообустройство и водопользование

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	<p>Станция обезжелезивания состоит она из двух блоков скорых фильтров, по 12 скорых фильтров на каждом блоке, всего-24 однопоточных скорых фильтра с центрально расположенным каналом между двумя секциями, с тремя распределительными стальными полукруглыми лотками в каждой секции.</p> <p>В составе станции предусматривается: основное производственное помещение, участок хранения сырья и вспомогательных материалов, комната оператора.</p>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	<p>ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).</p>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b> <i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> </ul>	<p>Технологический процесс характеризуется наличием следующих вредных производственных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность;</li> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> </ul>
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p><i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отклонение показателей микроклимата в помещении.</li> </ul> <p><i>При ведении технологического процесса, могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– поражение электрическим током;</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul> <p><i>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i></p>	<p><i>Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при нормальной эксплуатации станции – воздействие на водные ресурсы. Рассматриваемый объект не оказывает существенного воздействия на почву и грунты, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от станции обезжелезивания отсутствуют. Сырье и вспомогательные материалы, обращающиеся в технологическом процессе и хранящиеся на участке хранения сырья, а также тара являются не взрывопожароопасными.</i></p>
<p><b>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p><i>Правовую основу защиты в чрезвычайных ситуациях составляют отдельные разделы законов «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «Об охране окружающей среды».</i></p> <p><i>В районе деятельности возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техногенного характера;</li> <li>- природного характера;</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	18.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭБЖ	Шеховцова Н.С.	К.х.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В21	Карманова Анна Викторовна		

Согласно Международному стандарту ICCSR 26000:2001[19] социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этичное поведение, которое:

- 1) содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- 2) учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- 3) соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения;
- 4) интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

Станция обезжелезивания состоит она из двух блоков скорых фильтров, по 12 скорых фильтров на каждом блоке, всего-24 однопоточных скорых фильтра с центрально расположенным каналом между двумя секциями, с тремя распределительными стальными полукруглыми лотками в каждой секции. В составе станции предусматривается: основное производственное помещение, участок хранения сырья и вспомогательных материалов, комната оператора.

Проект станции обезжелезивания воды разработан в соответствии с действующими строительными, технологическими и санитарными нормами и правилами, предусматривает мероприятия, обеспечивающие конструктивную надежность, пожарную безопасность, защиту населения и устойчивую работу объекта в чрезвычайных ситуациях, защиту окружающей среды при его эксплуатации и отвечает требованиям действующих законов и нормативных актов Российской Федерации.

## 1 Профессиональная социальная безопасность

Технологический процесс характеризуется наличием следующих опасных и вредных производственных факторов приведенных в таблице 1:

Таблица 1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Контроль технологического процесса в помещении	1.Отклонение показателей микроклимата в помещении 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны 3.Повышенный уровень шума на рабочем месте	1.Электрический ток	1.СанПиН 2.2.4.548-96 [20], 2.Сн 2.2.4/2.1.8.562-96 [21], 3.СанПиН 2.2.1/2.1.1.127 8-03[22], 4.СанПиН 2.2.4.1191-03 [23]

**1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)**

### 1.1.1 Состояние воздушной среды

Состояние воздушной среды характеризуется уровнем запыленности или загазованности воздуха рабочей зоны. Выполнение различных

производственных работ нередко сопровождается выделением в воздушную среду вредных веществ, которые могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья человека (таблица 2).

Таблица 2 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести и выполняемых работ	Температура, С <sup>0</sup>		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значения	Допустим. значения	Фактич. значения	Допустим. значения	Фактич. значения	Допустим. значения
Холодный	Іб (140-174)	22,5	19-24	57	15-75	0,1	0,1
Теплый	Іб (140-174)	24	20-28	57	15-75	0,1	0,1

Фактические значения параметров микроклимата на станции обезжелезивания соответствуют допустимым значениям, согласно СанПиН 2.2.4.548–96 [20].

### 1.1.2 Освещенность

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и открытых площадках и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [22]. При

правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Освещение в производственных зданиях осуществляется естественным и искусственным путём светом (таблица 3) .

Таблица 3 - Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Норм. значение	Фактически	Норм. значение
Станция обезжелезивания	Для освещения используются светильники ПВЛП с люминесцентными лампами	4,0	0,5	450	300

Фактические параметры освещения на рабочем месте соответствуют допустимым.

### 1.1.3 Шум

Объект оказывает шумовое воздействие на окружающую среду. Основными источниками постоянного шума на объекте являются: вентилятор, технологическое оборудование (электрические двигатели насосов, приводов, мешалок), компрессорное оборудование. Нормированное значение допустимого шума 80 дБА, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [21]. Фактическое значение шума 84 дБА присутствует только в насосной и



воздуховодная. В связи с этим, находясь внутри насосной необходимо использования берушей или наушников.

Установка технологического оборудования предусматривается на бетонные подушки, уменьшающие вибрацию при работе оборудования. Компрессоры имеют специальные амортизационные опоры, также снижающие уровень шума. Производственный корпус оборудован железобетонными полами, которые имеют шумопоглощающие характеристики. Стены производственного здания конструктивно обеспечивают необходимую звукоизолирующую способность.

## **1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)**

### **1.2.1 Электробезопасность**

Весь рабочий персонал, связанный с обслуживанием электрических установок, приборов, оборудования должен соблюдать правила безопасности.

При прикосновении человека к токоведущим частям оборудования возможны 2 типа включения человека в электрическую цепь: двухполюсное и однополюсное. Чтобы уменьшить число несчастных случаев в результате прикосновения к токоведущим частям оборудования и электропроводки, все токоведущие части ограждаются. Для установок низкого напряжения достаточной защитой является хорошая изоляция.

Для предотвращения поражений, связанных прикосновением к токоведущим частям, принимают различные меры: заземление, защитное отключение. Очень важно систематическое наблюдение и контроль исправной работы заземляющих устройств. Сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом для установок до 1000В – 0,5 Ом. Для профилактики электротравматизма и предотвращения ошибочных действий применяются предостерегающие и запрещающие плакаты.

Защиту от статического электричества осуществляют путём отвода в землю зарядов и выравнивания потенциалов, создавшихся на аппаратах, трубопроводах и металлических конструкциях.

Для этого каждая система аппаратов, трубопроводов и воздухопроводов в пределах цеха заземлена не менее чем в двух местах, присоединением к магистралям защитного заземления или к очагам заземления.

### **1.2.2 Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса**

- 1) Все работы по настройке и запуску должны проводиться персоналом, который должен иметь квалификацию соответствующую выполняемой работе;
- 2) Изделие защищено от поражения электрическим током, и должно подключаться к электросети через двухполюсную розетку с заземляющим контактом;
- 3) Производственные помещения установки имеют необходимое освещение и оборудованы системами электрического отопления и вентиляции;
- 4) Планировка и компоновка станций обезжелезивания подчиняется общим принципам проектирования промышленных зданий. Все блоки изолированы друг от друга стенами для локализации выделяющихся вредностей: влаги, пыли, шума и т.п.

### **1.2.3 Методы средства защиты работающих от производственных опасностей**

Защита работающих от производственных опасностей обеспечивается выполнением комплекса организационных, санитарно-технических

мероприятий и средств, направленных на предотвращение воздействия на работающих вредных производственных факторов:

- 1) Проведением систематического профилактического осмотра технического состояния оборудования и исправность ограждающих устройств;
- 2) Надежной изоляцией токоведущих частей защитным заземлением;
- 3) Производственные помещения имеют систему электроотопления, освещения и вентиляции (механическую и естественную);
- 4) Контроль состояния воздушной среды открытых площадок осуществляется переносными газоанализаторами;
- 5) Для защиты от шума и вибрации динамического оборудования помещения, в которых они расположены, изготовлены из звукопоглощающих материалов, оборудование надежно закреплено и периодически центруется, балансируется

#### **1.2.4 Индивидуальные и коллективные средства защиты работающих**

Для защиты персонала от вредных факторов производственной среды, от механических повреждений используют спецодежду, спецобувь, средства защиты рук, противогазы и др. К специальным средствам защиты кожи относятся защитные пасты, мази и кремы. Применение средств индивидуальной защиты предусматривается отраслевыми правилами техники безопасности, а выдача этих средств регламентирована отраслевыми нормами.

Спецодежда должна быть гигиеничной, способствовать хорошей терморегуляции организма; удобной для надевания, носки и работы в ней; надежной в эксплуатации – обеспечивать безотказную службу в определенных условиях на протяжении заданного времени. Спецодежда разделяется на группы для защиты от: пониженных температур; повышенных

температур; механических воздействий; рентгеновских излучений и радиоактивных веществ; электрического тока; электростатических зарядов; электрических и электромагнитных полей; пыли; токсических веществ и др.

Спецобувь должна обеспечивать защиту ног от травм, воздействия агрессивных веществ, нефти, нефтепродуктов, от механических повреждений, от низких температур, перегревания и ожогов, пылящих и загрязняющих веществ.

К средствам защиты рук относятся рукавицы, перчатки, полуперчатки, напальчники и др. Спецодежда выдается для теплого и холодного периода года.

## **2 Экологическая безопасность**

Основной вид потенциального воздействия на окружающую среду при ее нормальной эксплуатации – воздействие на водные ресурсы. Рассматриваемый объект не оказывает существенного воздействия на почву и грунты, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от станции обезжелезивания отсутствуют. Сырье и вспомогательные материалы, обращающиеся в технологическом процессе и хранящиеся на участке хранения сырья, а также тара являются не взрывопожароопасными (таблица 4).

Таблица 4 - Отходы, образующиеся при работе станции обезжелезивания и методы их утилизации

Наименование отхода	Класс опасности отхода (ГОСТ 12 1 007-76)	Компонентный состав	Методы утилизации
Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	стекло	Передача для обезвреживания специализированными организациями, имеющими лицензию
		ртуть	
		металл	
		люминофор	
Обтирочный материал, загрязненный маслами	4	Нефтепродукты (масла)	Передача для размещения на полигоне ТБО
		ветошь	
Осадок гидроксида железа (III)	3	$Fe(OH)_3$	Утилизация на специальном предприятии
		вода	
Обрезки и обрывки тканей хлопчатобумажных (бельтинг)	5	Полотно х/б	Передача для размещения на полигоне ТБО
Прочие коммунальные отходы	5		Передача для размещения на полигоне ТБО

### **3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [25].

Классификация чрезвычайных ситуаций по сфере возникновения:

- 1) Техногенного характера (пожары, взрывы, аварии);
- 2) Природного характера (землетрясения, оползни, обвалы, сильный дождь, заморозки);
- 3) Биолого-социального и социального характера (инфекционные заболевания людей);
- 4) Экологического характера (резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения, истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечение технологических процессов).

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате стихийных бедствий, а также при нарушении различных мер безопасности. На случай стихийных бедствий и аварий предусматривается план по ликвидации их последствий.

#### **3.1 Пожарная безопасность**

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров. Общие требования пожарной безопасности как ЧС изложены в ГОСТ 12.1.004-91 [26].

Ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организациях и на предприятиях являются руководители или лица, исполняющие их обязанности. В эти обязанности входит:

- 1) Обеспечивать своевременное выполнение противопожарных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации подчиненных им объектов;
- 2) Организовать пожарную охрану и добровольные пожарные дружины на вверенных им мероприятиях;
- 3) Следить за выполнением соответствующих норм и правил пожарной безопасности и указаний вышестоящих органов по вопросам пожарной охраны;
- 4) Предусматривать необходимые ассигнования для содержания пожарной охраны и выполнения противопожарных мероприятий;
- 5) Контролировать боеготовность пожарных частей и добровольных пожарных дружин;
- 6) Назначать ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, участков, баз, складов, зданий и сооружений [27].

К основным причинам пожаров относятся следующие:

- 1) Нарушение технологического процесса и неисправность оборудования;
- 2) Отказ в работе технологического и электрооборудования, устройств контроля, управления и защиты;
- 3) Неосторожное обращение с огнем и электроприборами;
- 4) Короткое замыкание электрических проводов и возникновение разрядов, вызываемых статическим электричеством;
- 5) Нарушение правил пожарной безопасности.

Пожаробезопасность установки обеспечена рядом противопожарных мероприятий:

- 1) Все наружные площадки обеспечены осветительной аппаратурой;
- 2) Используемое технологическое электрооборудование принято во взрывозащищенном исполнении;

- 3) Выполнена защита оборудования от статического электричества;
- 4) Электрооборудование технологических площадок выбрано с учетом категории и зоны взрывоопасности;
- 5) Выполнена молниезащита зданий и сооружений.

#### **4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Охрана труда и техника безопасности в России это – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья № 1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 37 Конституции РФ) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. (Это право закреплено также в ст. 7 международного пакта об экономических, социальных и культурных правах).

Федеральный орган исполнительной власти, осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда, этот орган называется: «Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ».

Данная служба руководствуется в своей деятельности федеральными законами, Конституцией РФ, указами Президента РФ и актами Правительства РФ, нормативными и правовыми актами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, международными договорами РФ и Трудовым кодексом РФ.

Главные задачи трудового законодательства: создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых



отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

## Заключение

Водохозяйственные и водоохранные мероприятия осуществляются, прежде всего, для обеспечения потребностей хозяйственной деятельности в воде, а также предотвращения ущербов от вредного воздействия вод и негативных воздействий загрязнения водных объектов (Лист 3). Особенностью томской подземной воды заключается в высокой концентрации в ней железа. Причем водоподготовка осуществляется на станции обезжелезивания методом упрощенной аэрации артезианской воды в аэраторах с последующей фильтрацией на скорых фильтрах, при этом образуется осадок двух видов. Первый вид образует плотный налет на материале загрузки. Этот осадок плотный, при промывке фильтров не удаляется. Второй вид - основная масса осадка, которая образуется между зернами загрузки и представляет собой сметанообразную массу, легко удаляющуюся при промывке фильтров.

В результате работы станции обезжелезивания выпадает в среднем 100-150 кг осадка, который сбрасывается вместе с неочищенными сточными водами в реку Кисловка. Данный водоток протекает по особо охраняемой пригородной зоне междуречья Томи и Оби. В результате чего, с одной стороны, увеличиваются тарифы водопользования, которые не посредственно связаны с взиманием штрафов за ущербы, наносимых водному объекту, при нарушении водного законодательства. А с другой стороны, отсутствие удовлетворительных методик утилизации отходов водоочистки представляет собой серьезную экологическую проблему

В ходе исследования были получены следующие данные:

- 1) Подземная вода, которая поступает на технологический процесс, характеризуется повышенным содержанием железа и кремния. В процессы водоподготовки повышается рН, увеличивается содержания хлора, гидрокарбоната и нитратов, наблюдается снижение большинства показателей. Кроме указанных выше

природных загрязнителей (железо и кремния), другие показатели из эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора не превышают предельно допустимых значений. Водоподготовка дает вполне удовлетворительные результаты, отвечая требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 практически по всем параметрам.

- 2) Большое количество содержания в воде редкоземельных элементов, таких как гадолиний, диспрозий и эрбий, определяют область применения железосодержащих осадков. Например, церий - стекольная промышленность; неодим - производство цветного стекла и лазерных материалов, а также производство мощных постоянных магнитов; эрбий - окрашивание стекла; сплав гадолиния и тербия используются для изготовления холодильников.
- 3) Результаты рентгеновской дифрактометрии показывают о преобладании содержания в железосодержащих осадков -  $\text{SiO}_2$ . Имеются также и другие минералы, которые составляют 48,5 % от аморфного тела.
- 4) ТГ/ДСК/ДТА термоанализатор с масс-спектрометром свидетельствует о том, что на протяжении всего процесса нагревания масса образца постепенно терялась. В интервале от 30 – 200 °С зарегистрирована потеря основной массы образца – 21,40% (4,438 мг), которая свидетельствует об эндотермических процессах и указывает о наличии большого количества свободной воды.

Железосодержащие осадки являются сырьем для химической и строительной промышленности, и его переработка не только решит экологическую проблему, но и может быть экономически оправдана и рентабельна. Перспективными путями являются: переработка на химические реактивы и получения магнитных пигментов для записи информации. Также по минеральному составу этих осадков, можно исследовать динамику преобразования гидрогеологических условий формирования химического состава подземных вод.

## Список публикаций

1. Карманова А.В. Крапивинское водохранилище и его роль в решении проблемы водопользования и природообустройства // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 10-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 64-67.
2. Карманова А.В. Влияния Крапивинского водохранилища на компоненты окружающей среды // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 381-383
3. Карманова А.В. Геоэкологическая роль Крапивинского водохранилища // Роговские чтения. Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Г.М.Рогова, Томск, 7-9 Апреля 2015. - Томск: ТГАСУ, 2015 - С. 294-296
4. Карманова А.В. Трансформация геоэкологических условий бассейна р. Томи при строительстве и эксплуатации Крапивинского водохранилища // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): в 2 т. / отв. ред. Р. Р. Гильмутдинов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – Т.2. – С. 457- 461
5. Карманова А.В. Использование осадков водоподготовки станции обезжелезивания Томского подземного водозабора // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых,

посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С. 562 - 563

## Список использованных источников

1. Лукашевич, О.Д. Совершенствование хозяйственно-питьевого водопользования для повышения уровня его экологической безопасности (на примере районов Западной Сибири) [Текст]/ О.Д. Лукашевич; под ред. Г.М. Рогова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит. - строит. ун-та, 2006-350с.
2. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, О.Д. Лукашевич, В.А. Коробкин, В.В. Золотарева, Ю.Ю. Галямов. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об охране окружающей среды"
4. Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и экология. – М., 2000. – 380 с.
5. Состояние геологической среды (недр) территории Томской области в 2013 г. Информационный бюллетень, выпуск 19, ОАО «Томскгеомониторинг», ООО «Сибгеомониторинг»- Томск: ООО «Д-принт», 2014-68 стр.
6. Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. - Томск: Изд-во НТЛ, 2003.-164с.
7. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, Ю.Ю. Галямов, Б.И. Юргин, В.В. Золотарева. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. – 138 с.
8. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод.- М.:Стройиздат,1978.
9. Кирюхин В.А., Коротков А.И, Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учеб. для вузов.- М.: Недра, 1993.-384 с.

10. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский, П.П. Строкач.- 2-е изд., перераб. и доп.-К.: Выша шк. Головное изд-во. 1986-352 с.
11. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение: Учеб. для вузов.-М.: Стройздат, 1995.-688с.
12. Покровский В.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Под ред. Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002.-176 с.
13. Вестник СПбГУ. Сер.7.2015. Выпуск.3 И.В. Вологодина, Е.М. Дутова, Д.С. Покровский, В.Д. Покровский, И.В. Радюк Природно-техногенные минеральные новообразования на водозаборах Томской области.
14. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод.- М.: Стройиздат, 1971- 579 с.
15. Карманова А. В. Влияния Крапивинского водохранилища на компоненты окружающей среды // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летнему юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 1 - С. 381-383 с.
16. Карманова А. В. Геоэкологическая роль Крапивинского водохранилища // Роговские чтения. Проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения профессора Г.М.Рогова, Томск, 7-9 Апреля 2015. - Томск: ТГАСУ, 2015 - С. 294-296 с.
17. Карманова А. В. Крапивинское водохранилище и его роль в решении проблемы водопользования и природообустройства // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени

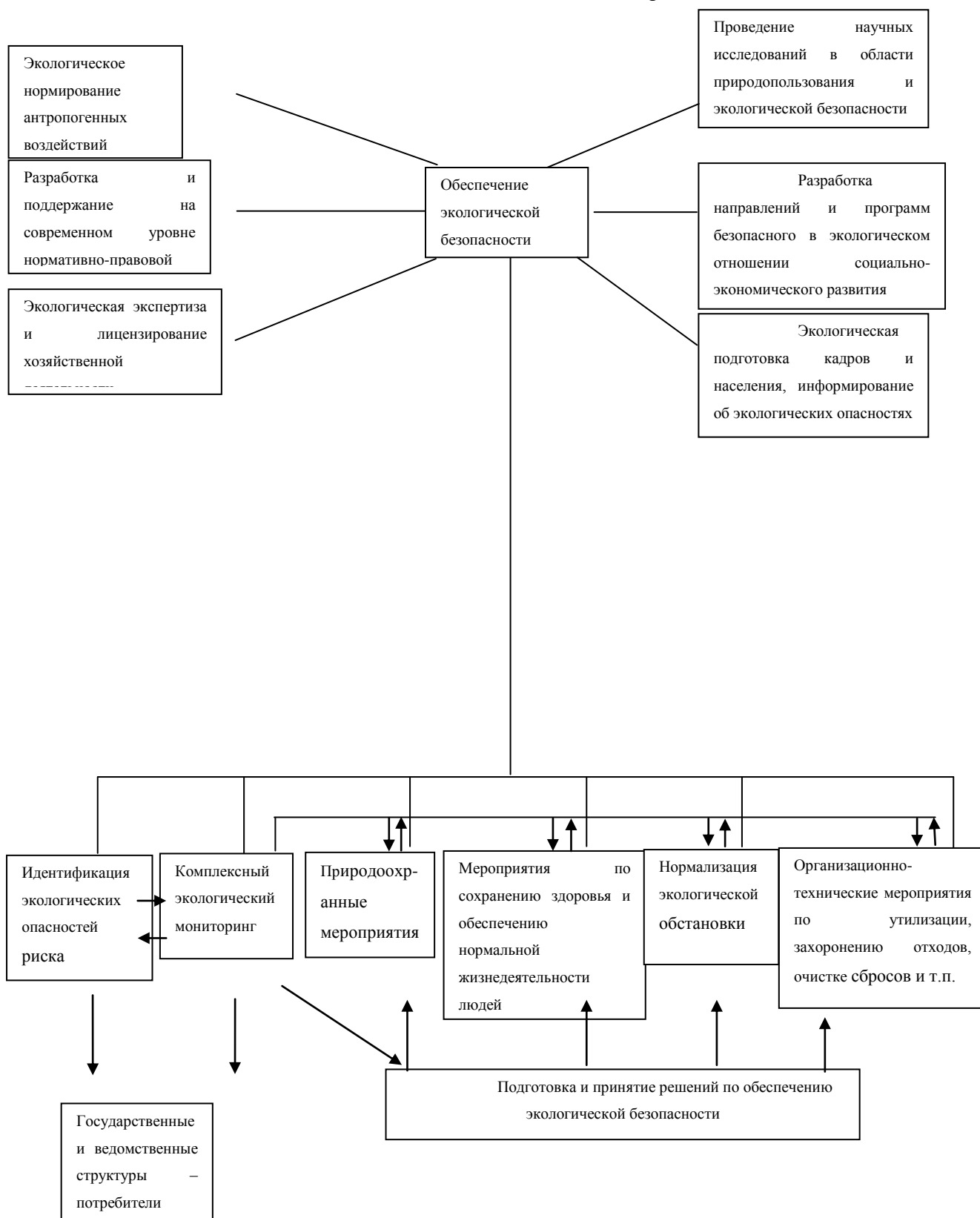
- профессора М.К. Коровина, Томск, 10-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 64-67 с.
18. Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно – питьевого назначения. – М.: Недра, 1987.-237 с.
  19. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. – М: Стандартиформ, 2014. – 23 с.
  20. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 39 с.
  21. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
  22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.)
  23. СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
  24. Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Томского политехнического университета / под ред. С.Л. Шверцева.- Томск: Изд-во НТЛ, 2011.Разд.2. С.201-205.
  25. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. «Безопасность жизнедеятельности»: Учебное пособие –Томск: Изд-во ТПУ, 2003–144с.
  26. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
  27. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность/ Справочник: Баратов А.Н. М.: Химия, 1987.-210с.



28. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
29. Карманова А.В. Трансформация геоэкологических условий бассейна р.Томи при строительстве и эксплуатации Крапивинского водохранилища // Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. ( по материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых): Пермь, 2016. – Т.2. – 582 с. 457- 461 с.
30. От чистого истока. Век Томского водопровода / под ред. Профессора А.Ф. Порядина и профессора В.П. Зиновьева.- Томск: «ГалаПресс», 2005- 304 с.
31. Шаталова Т.Б. Методы термического анализа / Т.Б. Шаталова, О.А. Шляхтин, Е.Веряева // Метод.разработка.- Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2011 г. – 72 с.

## Приложение А (справочное)

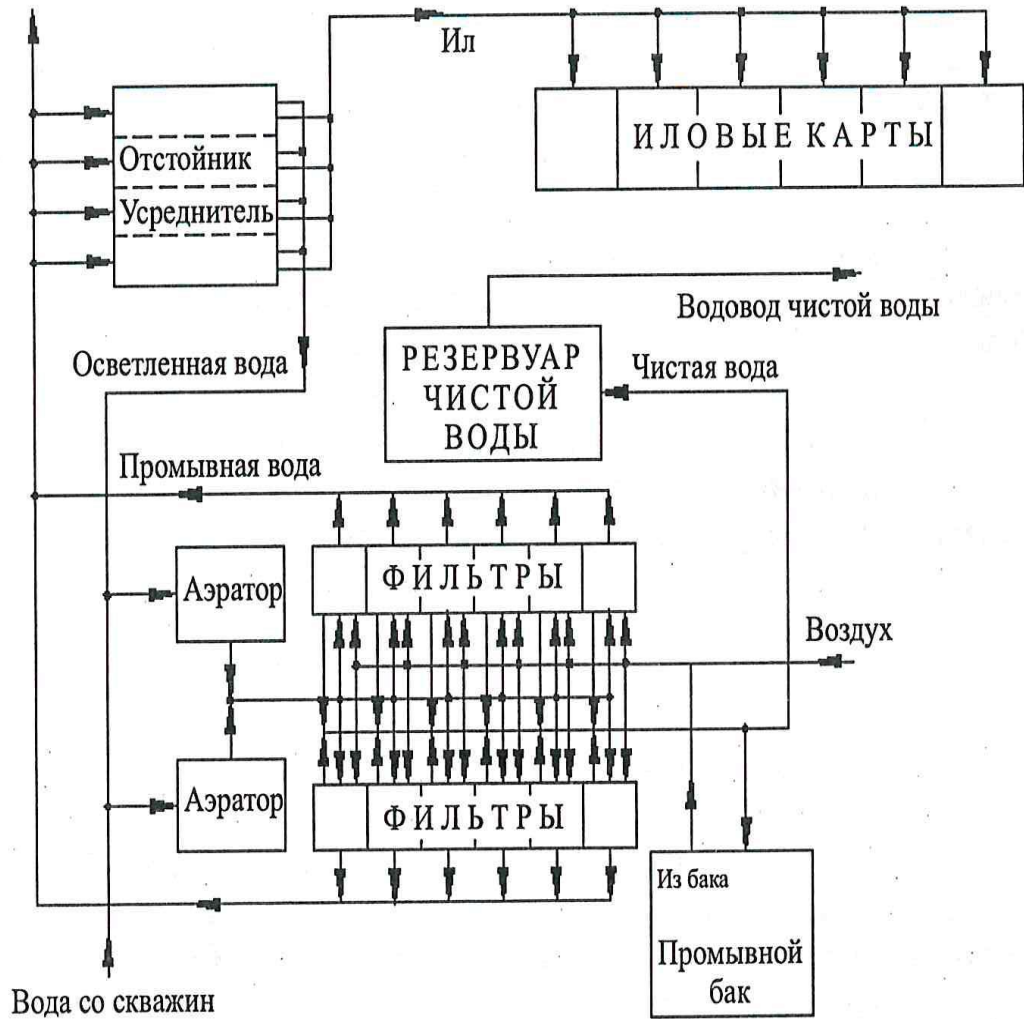
### Схема системы обеспечения экологической безопасности (составлена на основе данных из работы [4])



**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Схема движения воды на станции обезжелезивания подземного водозабора г. Томска**

Аварийный коллектор производственной канализации в р. Кисловка



**Приложение В**  
**(обязательное)**

**Расчет балансовой стоимости основных фондов**

Виды основных фондов	Балансовая стоимость, тыс.р уб	Норма отчислений % на полное восстановление	Нормы отчисления % на текущий ремонт	Сумма отчислений на полное восстановление, тыс.р уб	Сумма отчисления на текущий ремонт, тыс.р уб
Павильоны артезианских скважин, расположенных на водоводах первого подъема	10856,25	5	2,5	542,81	271,41
Подкачивающая насосная станция первого подъема	1387,19	5	2,5	69,35	34,67
Аэрационная	5423,23	5	2,5	271,16	135,58
Станция обезжелезивания	3377,5	5	2,5	168,87	84,43
Два резервуара чистой воды	398,06	5	2,5	19,9	9,95
Насосная станция второго подъема	1664,63	5	2,5	83,23	41,61
Воздуходувная станция	2300,12	5	2,5	115,01	57,50

Продолжение приложения В

Виды основных фондов	Балансовая стоимость, тыс. р уб	Норма отчислений % на полное восстановление	Нормы отчисления % на текущий ремонт	Сумма отчислений на полное восстановление, тыс. р уб	Сумма отчисления на текущий ремонт, тыс. руб
Хлораторная со складом хлора	1001,19	5	2,5	50,05	25,02
Сооружения для повторного использования промывной воды	2900,12	5	2,5	145,01	72,50
Коммуникации и различного назначения	1649,57	4,5	2,25	74,23	37,11
Объекты энергетического хозяйства	289,78	10	5	28,98	14,48
Объекты транспортного хозяйства	1159,13	10	5	115,91	57,95
Объекты подсобного хозяйства	579,57	10	5	57,95	28,97
<b>Итого</b>				<b>1742,43</b>	<b>871,18</b>