

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки - техносферная безопасность
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Использование сланцев для обезжелезивания и деманганации подземных вод

УДК 504.43:628.161.2:546.71:546.72-032.541

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Бухарева Полина Борисовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова Кристина Алексеевна	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой, профессор	Романенко Сергей Владимирович	Д.х.н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	Применять глубокие математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания при осуществлении изысканий и инновационных проектов создания и оптимизации методов и средств обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий	Требования ФГОС (ПК-1–4, 6; ОПК-1–3,5; ОК4) [1] , Критерий 5 АИОР [2] (п.1.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р2	Создавать и использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии по защите человека в техносфере, а также для повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК-5, 7; ОПК-1–3, 5; ОК-5, 6), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 1.3, 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р3	Проводить инновационные инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-9, 10), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р4	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок.	Требования ФГОС (ПК-14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 8), Критерий 5 АИОР (п.1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р5	Организовывать мониторинг в техносфере,	Требования ФГОС (ПК-19, 21,

	составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности, анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности объекта	22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (пп.1.2, 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р6	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
<i>Общекультурные компетенции</i>		
Р7	Использовать глубокие знания в области проектного менеджмента, в том числе международного менеджмента, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности.	Требования ФГОС ВО (ОК-7, ОК-8; ОПК-1–3, 5; ПК-4, ПК-6) Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов инновационной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4–6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р9	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам	Требования ФГОС (ОК-1-3, 8; ОПК-1–4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р10	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности	Требования ФГОС (ОК-4, 5; ОПК-2–3; ПК-18, 19), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	жизнедеятельности.	
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-2–4), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) техносферная безопасность
Кафедра ЭБЖ

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Романенко С.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Бухаревой Полине Борисовне

Тема работы:

Использование сланцев для обезжелезивания и деманганации подземных вод	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1410 от 04.03.17

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.17
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Литературные данные, методические рекомендации, проектная техническая документация.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Аналитический обзор по литературным источникам в области методов очистки подземных вод от ионов тяжелых металлов и марганца, постановка задач исследования, проведение экспериментальных исследований, анализ результатов исследования, разработка разделов «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность», выводы по работе
Перечень графического материала	Сорбционные характеристики сланца в статических условиях. Зависимости степени очистки воды от ионов тяжелых металлов в статических условиях.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Экспериментальная часть	Мартемьянов Дмитрий Владимирович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Литературный обзор	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.03.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Бухарева Полина Борисовна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Бухаревой Полине Борисовне

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Экологии и безопасности жизнедеятельности
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	<i>Объектом исследования является природный минеральный сорбент сланец. Сланец- горная порода с параллельным расположением сростаний низко- или средне-температурных минералов, входящих в их состав; в них часто сохраняются реликтовые структуры.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.	– <i>Воздействие метода исследования на организм человека</i>
1.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов –	– <i>Микроклиматические условия</i> – <i>Электромагнитные излучения</i> – <i>Освещенность (расчет искусственного освещения)</i> – <i>Шум и вибрация</i> – <i>Электробезопасность</i> – <i>Пожарная безопасность</i>
2. Экологическая безопасность:	– <i>Обоснование мероприятий по защите окружающей среды</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– <i>Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</i> – <i>Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– <i>Технические мероприятия при компоновке рабочей зоны</i> – <i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ, кандидат тех.наук	Сечин Андрей Александрович			14.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Бухарева Полина Борисовна		14.03.17

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Бухарева Полина Борисовна

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Экологии и безопасности жизнедеятельности
Уровень образования	магистр	Направление	20.03.01 Техносферная безопасность

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

<ol style="list-style-type: none"> 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования 	<p><i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах, наблюдение.</i></p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ 2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок 	<p><i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований. Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости выполнения работ, расчет бюджета научно-технического исследования.</i></p>
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Матрица SWOT
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
6. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		20.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Бухарева Полина Борисовна		20.03.2017

График выполнения ВКР
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) техносферная безопасность
Уровень образования магистратура
Кафедра ЭБЖ
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.17
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
<i>13.03.2017</i>	Обзор литературы по теме исследования	<i>10</i>
<i>01.04.2017</i>	Экспериментальная часть	<i>50</i>
<i>10.05.2017</i>	Анализ результатов исследования	<i>30</i>
<i>25.05.2017</i>	Оформление результатов исследования	<i>10</i>

Составил преподаватель:

	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Романенко Сергей Владимирович	Д.х.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа – 106 с., 4 рис., 31 табл., 39 источников, 1 прил.

Ключевые слова: подземные воды, жесткость воды, ионы тяжелых металлов, очистка сточных вод, сорбция, сланец, марганец.

Объектом исследования является (ются) сорбенты – природный минерал сланец различных месторождений, модельные растворы ионов тяжелых металлов, подземные воды.

Цель работы – исследование сорбционных свойств природного минерала сланец в процессах обезжелезивании и деманганации подземных вод.

В процессе исследования проводились – исследования сорбционных характеристик природного сорбента сланец в статических условиях.

В результате исследования получены данные об эффективности удаления ионов железа двухвалентного и марганца из модельных растворов на сланце в статических условиях.

Область применения: результаты данной работы могут быть использованы для совершенствования технологии очистки подземных вод для питьевых и хозяйственных нужд.

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение эффективности процесса очистки сточных вод будет способствовать снижению энергозатрат предприятий и уменьшению платы за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения.

В будущем планируется модификация минерального сорбента сланец для исследования процесса сорбционной очистки подземных и сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 - 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
2. ГОСТ 2.105 - 95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
3. ГОСТ 2.106 - 96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
4. ГОСТ 2.301 - 68 Единая система конструкторской документации. Форматы.
5. ГОСТ 2.316 - 2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.
6. ГОСТ 3.1105 - 2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.
7. ГОСТ 7.0.5 -2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
8. ГОСТ 7.9 - 95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.
9. ГОСТ 7.11 - 2004 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных языках.
10. ГОСТ 7.32 - 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
11. ГОСТ 8.417 - 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

12. ГОСТ 28388 - 89 Система обработки информации. Документы на магнитных носителях данных. Порядок выполнения и обращения.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Сорбция: процесс поглощения твёрдым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды.

Сланец: горная порода с параллельным (слоистым) расположением слоистей низко- или средне-температурных минералов, входящих в их состав.

Подземные воды: воды, находящиеся в толще горных пород верхней части земной коры в жидком, твёрдом и газообразном состоянии.

Оглавление

Введение	15
1. Литературный обзор.....	17
1.1 Виды загрязнения пресных вод.....	17
1.2 Основные методы очистки воды.....	22
1.2.1 Физические методы очистки воды	22
1.2.2 Химические методы очистки воды.....	24
1.2.3 Биологические методы очистки воды.....	26
1.2.4 Физико-химические методы очистки воды	28
1.2.5 Сорбционные методы.....	32
1.3 Природные сланцы.....	34
1.3.1 Общая характеристика природных сланцев	34
1.3.2 Разновидности сланцев	35
1.3.3 Области применения сланцев.....	37
2. Материалы и методы исследования.....	39
2.1 Определение уровня жесткости воды с применением минерала сланца	39
2.2 Определение степени извлечения ионов железа из модельного раствора	40
2.3 Определение степени извлечения марганца из модельного раствора.....	42
3. Результаты и обсуждение	43
3.1 Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца.....	43
3.2 Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора	49
3.3 Результаты степени извлечения марганца из модельного раствора	55
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	57
4.1 Предпроектный анализ.....	57
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	57
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	58
4.1.3 SWOT – анализ	59
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	62
4.2 Инициация проекта	64
4.2.1 Цели и результат проекта.....	64
4.2.2 Организационная структура проекта	65
4.2.3 Ограничения и допущения проекта	66
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	66
4.3.1 Иерархическая структура работ проекта	67
4.3.2. Контрольные события проекта	68
4.3.3 План проекта.....	68
4.3.4 Бюджет научного исследования	70
4.3.5 Матрица ответственности	75
4.3.6 Реестр рисков проекта.....	76
4.4 Определение экономической ресурсосберегающей эффективности исследования	77
4.4.1 Расчет размера платы при сбросе абонентами сточных вод, оказывающих негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения	77
5. Социальная ответственность.....	81
5.1. Профессиональная социальная безопасность.	81
5.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	81
5.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	82
5.2.1 Микроклиматические условия.....	82
5.2.2 Электромагнитное излучение.....	83
5.2.3 Освещенность	84
5.2.4 Шум и вибрация.....	88

5.2.5 Электробезопасность	89
5.2.6 Пожарная безопасность.....	91
5.3. Экологическая безопасность.....	92
5.3.1 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	92
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	93
5.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	93
5.5 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	95
5.5.1 Организационные мероприятия	95
5.5.2 Технические мероприятия	95
Заключение.....	97
Список публикаций	98
Список использованных источников.....	101
Приложение А.....	105

Введение

Наличие пресной чистой воды – необходимое условие существования всех живых организмов на планете. На долю пресной воды, пригодной к употреблению, приходится всего 3 % от общего ее количества. Несмотря на это, человек в процессе своей деятельности нещадно загрязняет ее. Таким образом, очень большой объем пресных вод сейчас стал совершенно непригодным. Резкое ухудшение качества пресной воды произошло в результате загрязнения ее химическими и радиоактивными веществами, ядохимикатами, синтетическими удобрениями и канализационными стоками, а это уже глобальная экологическая проблема современности.

Загрязнение пресных вод происходит из-за попадания загрязнителей различного состава в подземные воды, в воды озер и рек. Загрязнение происходит в результате отсутствия очистных сооружений и прочих мер по очистке воды.

Большой процент загрязнения пресных вод остаётся невидимым, в связи с тем, что загрязнители растворены в воде. Однако есть и исключения: пена из моющих средств, неочищенные стоки и нефтепродукты, которые можно легко идентифицировать по характерным признакам.

На станциях нейтрализации происходит обработка стоков промышленных предприятий, в очищенной водной среде содержание соединений тяжёлых металлов иногда превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в центральную систему водоотведения по ряду тяжелых металлов [3].

Однако если анализировать соответствие уровня концентраций по основным показателям ПДК для рыбохозяйственных и водоемов культурно-бытового назначения, заметим, что они значительно их превышают. В результате этого актуальной задачей является поиск новых методов очистки подземных вод рыбохозяйственных водоемов и водоемов культурно-бытового назначения [4].

Целью данной работы является исследование сорбционных свойств природного минерала сланец в процессах обезжелезивания и деманганации подземных вод.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ методов очистки воды от ионов тяжелых металлов и оценка применимости минерала сланца для очистки воды;
- исследование возможности снижения уровня жесткости воды с применением минерала сланца различных месторождений;
- изучение сорбционных характеристик образцов минерала сланца различных месторождений по отношению к ионам железа и марганца;

1. Литературный обзор

1.1 Виды загрязнения пресных вод

Существует большое количество природных загрязнителей. Например, соединения алюминия, находящиеся в земле, попадают в систему пресных водоёмов в результате некоторых химических реакций. При паводках вымываются из почвы соединения магния, и они в свою очередь наносят огромный ущерб рыбным запасам в водоеме.

Объём естественных загрязняющих веществ ничтожно мал по сравнению с производимым человеком. Ежегодно в водные бассейны попадают химические вещества с непредвиденным действием, многие из них представляют собой совершенно новые химические соединения. Как правило, в воде могут быть обнаружены повышенные концентрации токсичных кадмия, ртути, свинца, хрома, марганца, нефтепродукты, нитраты и фосфаты, поверхностно-активные вещества, лекарственные препараты и гормоны, они также могут попасть в питьевую воду. Так же известно, что ежегодно в моря и океаны попадает до 12 миллионов тонн нефти и нефтепродуктов.

Отдельный вклад в повышение концентрации тяжёлых металлов в воде вносит такое природное явление, как кислотные дожди. Которые способны растворить в грунте минералы, что может привести к увеличению концентрации в воде ионов тяжёлых металлов.

Выброс сточных вод, не проходящих очистку, в водную среду приводит к микро-биологическим загрязнениям воды. По оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 80 % заболеваний во всем мире вызваны некачественной и водой в антисанитарном состоянии. В селах проблема качества воды стоит чрезвычайно остро - около 90 % всех жителей постоянно используют для хозяйственно бытовых нужд загрязнённую воду.

В пресную воду загрязняющие вещества попадают разными путями:

- Фермеры ежегодно вносят в почву 2,5млн тонн удобрений в качестве азота, калия и фосфора, и часть этих веществ попадает в пресную воду. Некоторые из них образуют устойчивые органические соединения, которые могут проникать в пищевые цепочки и вызывать экологические проблемы.
- Загрязнение может происходить в результате чрезвычайных ситуаций, умышленных выбросов отходов, разливов и утечек.
- Большой риск для пресноводных водоёмов представляют стоки, которые сбрасываются различными рыболовными предприятиями, в связи с широким применением ими фармацевтики для борьбы с болезнями рыб.
- Быстрое загрязнение подземных вод вблизи мегаполисов. Источником является возрастающее число скважин, которые загрязняют водоемы вследствие неправильной работы.
- Источниками большого количества загрязняющих веществ служат лесные хозяйства, попадающие в пресные воды, в первую очередь железа, марганца и кадмия. С ростом деревьев кислотность лесной почвы растет, и проливные дожди образуют кислые стоки, губительные для живой природы.
- Атмосферное загрязнение пресной воды губительно. Есть два вида таких загрязнителей: грубодисперсные (зола, сажа, пыль и капельки жидкости) и газы (сернистый газ и двуокись азота). Все вещества - продукты промышленной или сельскохозяйственной деятельности. С дождем, газы соединяются с водой и происходит реакция, в ходе которой, образуется серная и азотная кислота.
- В процессе деятельности крупных заводов в пресную воду сбрасываются промышленные стоки, состав которых изобилует различного рода тяжелыми металлами. Многие из них, попадая в организм человека, оказывают на него пагубное воздействие, приводящее к сильному отравлению, смерти. Такие вещества называют ксенобиотиками, то есть элементами, которые чужды живому организму. К классу ксенобиотиков относят такие элементы, как кадмий, никель, свинец, ртуть и многие другие. Известны источники

загрязнений воды данными веществами. Это прежде всего металлургические предприятия, автомобильные заводы. Естественные процессы на планете тоже могут способствовать загрязнению. Например, вредные соединения в большом количестве содержатся в продуктах вулканической активности, которые время от времени попадают в озера, загрязняя их. Но, безусловно, антропогенный фактор здесь имеет решающее значение.

Загрязнения радиоактивными веществами

Развитие ядерной промышленности нанесло существенный вред всему живому на планете, в том числе и водоемам с пресной водой. В процессе деятельности ядерных предприятий образуются радиоактивные изотопы, в результате распада которых выделяются частицы с разной проникающей способностью (альфа-, бета- и гамма-частицы). Все они способны нанести живым существам непоправимый вред, так как при попадании в организм данные элементы повреждают его клетки и способствуют развитию онкологических заболеваний.

Источниками загрязнений могут служить: атмосферные осадки, выпадающие в районах, где проводятся ядерные испытания; сточные воды, сбрасываемые в водоем предприятиями ядерной промышленности. суда, работающие с использованием ядерных реакторов (при аварии).

Загрязнения неорганическими веществами

Основными неорганическими элементами, ухудшающими качество воды в водоемах, считаются соединения токсичных химических элементов. К ним относятся ядовитые соединения металлов, щелочи, соли. В результате попадания данных веществ в воду состав ее меняется, она становится непригодной для употребления живыми организмами. Основным источником загрязнения являются сточные воды крупных предприятий, заводов, шахт. Некоторые неорганические загрязнители усиливают свои негативные свойства, находясь в кислой среде. Так, кислые сточные воды, поступающие из угольной шахты, несут в себе алюминий, медь, цинк в концентрациях,

весьма опасных для живых организмов. Примером могут служить экологические проблемы Азовского моря.

Загрязнения канализационными стоками

Ежедневно в водоемы поступает огромное количество воды из канализационных стоков. В такой воде содержится масса загрязняющих веществ. Это и частицы моющих средств, мелкие остатки пищи и бытовых отходов, фекалий. Эти вещества в процессе своего разложения дают жизнь многочисленным патогенным микроорганизмам. Попадание их в организм человека может спровоцировать ряд серьезных заболеваний, таких как дизентерия, брюшной тиф. Из больших городов такие стоки попадают в реки, затем моря и океан.

Загрязнения синтетическими удобрениями

В синтетических удобрениях, используемых человеком, содержится много вредных веществ, таких как нитраты и фосфаты. Попадание их в водоем провоцирует чрезмерный рост специфической сине-зеленой водоросли. Разрастаясь до огромных размеров, она препятствует развитию других растений в водоеме, при этом сама водоросль не может служить пищей для живых организмов, обитающих в воде. Все это приводит к исчезновению жизни в водоеме и его заболачиванию.

Загрязнение тяжелыми металлами

Одним из самых распространенным химических загрязнений является загрязнение окружающей среды ионами тяжелых металлов. Тяжелые металлы, попадая в организм, накапливаются, и вывести их можно только при помощи белков молока. При определенной концентрации в организме, тяжелые металлы начинают губительное воздействие - вызывают отравления и мутации. Кроме того, что они отравляют организм человека, они механически засоряют его - ионы тяжелых металлов оседают на стенках систем организма и засоряют почечные каналы, каналы печени, таким образом, снижая эффективность работы этих органов. Очевидно, что это

приводит к накоплению токсинов и продуктов жизнедеятельности клеток нашего организма, т.е. самоотравление организма.

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные и техногенные.

Часть техногенных выбросов, которые поступают в природную среду в виде аэрозолей, переносится на большое расстояние и вызывает глобальное загрязнение.

Другая часть попадает в бессточные водоемы, где ионы тяжелых металлов накапливаются и становятся источником повторного загрязнения, т.е. образуют опасные загрязнения в ходе физико-химических реакций, идущих непосредственно в среде.

Ионы тяжелых металлов накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых слоях, и медленно удаляются при воздействии щелочи, потреблении растениями, эрозии и дефляции. Период удаления загрязнений из почвы составляет долгое время: для цинка - от 70 до 510 лет, для кадмия - от 13 до 110 лет, для меди - от 310 до 1500 лет и для свинца - от 740 до 5900 лет. В гумусовом слое почвы происходит трансформация попавших в нее соединений.

Так же, ионы тяжелых металлов обладают высокой способностью к многообразным реакциям (химическим, физико-химическим и биологическим). Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных реакциях. Тяжелые металлы и их соединения, как и другие химические соединения, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т.е. мигрировать. Трансформация соединений тяжелых металлов происходит в большей степени в виде органо-минеральной составляющей. Часть органических соединений, с которыми связываются металлы, представлена продуктами микробиологической деятельности.

1.2 Основные методы очистки воды

Разнообразие различных загрязнителей порождает не меньшее разнообразие способов очистки воды от них. Тем не менее, их все можно разделить на группы по принципу действия. Каждая из групп способов включается в себя множество конкретных вариантов реализации процесса очистки и его аппаратного оформления. Так же необходимо учитывать, что очистка воды, как правило, - это комплексная задача, требующая для своего решения комбинации различных способов для достижения максимальной эффективности. Комплексность задачи очистки обуславливается характером загрязнения – обычно в качестве нежелательных компонентов выступает целый ряд веществ, требующих разного подхода. Установки очистки, основанные на одном способе, обычно встречаются в тех случаях, когда вода преимущественно загрязнена одним или несколькими веществами, эффективное отделение которых возможно в рамках одного способа. В качестве примера можно привести сточные воды различных производств, где химический и количественный состав загрязнителей заранее известен и не отличаются большой разнородностью [12].

1.2.1 Физические методы очистки воды

В основе физических методов очистки воды стоят различные физические явления, используемые для воздействия на воду и содержащихся в ней загрязнителях. При масштабной очистке воды данные способы используются преимущественно для удаления достаточно крупных твердых примесей и выступают в качестве предварительной стадии грубой очистки, призванной снизить нагрузку на последующие стадии тонкой очистки. Так же существует ряд физических методов, с помощью которых можно проводить глубокую очистку воды, с малой производительностью.

К главным физическим методам очистки воды относят:

- фильтрование (в том числе центробежное);
- отстаивание;

- процеживание;
- ультрафиолетовая обработка.

Процеживание способствует пропусканию очищаемой воды через различные сита и решетки, на которых задерживаются крупные загрязнители. Данный метод применяется для предварительной очистки. Его назначение – удалить из фильтруемой воды легко отделяемые загрязнения, что способствует снижению нагрузки на очистные сооружения для обеспечения работоспособности последующих установок более тонкой очистки, которые могут прийти в негодность из-за попадания крупных механических включений.

Отстаивание заключается в отделении части механических загрязнений из воды под действием гравитационных сил, заставляющих частицы опускаться на дно, образуя осадок. Отстаивание может выступать как в качестве предварительной стадии очистки, на которой отделяются наиболее крупные загрязнители, так и в качестве промежуточных стадий. Данный процесс осуществляется в отстойниках – резервуарах, снабженных устройствами для удаления осадка, время пребывания воды в которых рассчитывается из условия полного осаждения всех загрязняющих частиц, которые должны быть отделены.

Фильтрация основывается на прохождении очищаемой воды через пористый слой фильтрующего материала, на котором происходит задержание частиц определенного размера. По своему принципу фильтрация схожа с процеживанием, однако с ее помощью можно проводить как грубую, так и тонкую очистку. Фильтрация позволяет удалять такие загрязнители как ил, песок, окалина, а также различные твердые включения размером в несколько микрон. Кроме того, с помощью фильтрации можно улучшить органолептические качества воды. Механическая фильтрация находит свое применение, как в крупных установках водоочистки, так и в промышленно-бытовых фильтрах с малой производительностью.

Ультрафиолетовая дезинфекция воды, хоть и не производит непосредственно очистку, но активно применяется в процессе водоподготовки и заключается в обработке уже очищенной воды ультрафиолетовой частью спектра света (в частности используется диапазон волн с длиной 200-400 нм), невидимой для человеческого глаза, с целью обеззараживания воды. Смерть живых организмов под данным излучением наступает преимущественно вследствие повреждений молекул ДНК и РНК, что вызвано фотохимическими реакциями, возникающими в их структуре. Преимуществами такого способа обеззараживания является независимость процесса от состава воды и сохранение этого состава после УФ обработки. Тем не менее необходимо учитывать наличие в воде твердых примесей, способных оказывать экранирующий эффект по отношению к излучению.

1.2.2 Химические методы очистки воды

Методы очистки данной группы основаны на химическом взаимодействии определенных веществ (реагентов) с загрязнителями, в результате чего вторые либо разлагаются на неопасные компоненты, либо переходят в иное состояние (к примеру, образуют нерастворимые соединения, выпадающие в отделяемый осадок). Несмотря на огромное разнообразие возможных загрязнителей и химических реакций, в которые эти загрязнители могут вступать, выделяют ряд способов очистки, принципиально отличающихся по типу химического взаимодействия:

- нейтрализация;
- окисление;
- восстановление.

Нейтрализация заключается в, как следует из названия, осуществлении процесса нейтрализации, при котором происходит выравнивание кислотно-щелочного баланса за счет взаимодействия кислот и щелочей с последующим образованием соответствующих солей и воды. Нейтрализацию проводят как путем смешения очищаемых вод с кислотной и

щелочной средой, так и путем добавления реагентов, создающих в воде среду определенной реакции (кислотной или щелочной). Для нейтрализации кислых стоков обычно используют аммиачную воду (NH_4OH), гидроксиды натрия и калия (NaOH и KOH), кальцинированную соду (Na_2CO_3), известковое молоко ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) и т.д. В случае щелочных стоков применяют различные растворы кислот, а также кислые газы, содержащие такие оксиды как CO_2 , SO_2 , NO_2 и т.д. В качестве кислых газов обычно используют отходящие газы, которые пропускают через очищаемую воду, при этом попутно осуществляется процесс очищения и самих газов от твердых включений.

Окисление и восстановление также используется для очистки воды от различных загрязняющих веществ, хотя на практике соотношение их использования сильно смещено в сторону окислителей. Несмотря на то, что в реакции нейтрализации также протекают параллельные процессы окисления и восстановления, данный метод отличается использованием значительно более сильных окислителей и восстановителей, так как целевые загрязнители просто не будут вступать в реакцию с веществами, используемыми в методе очистки нейтрализацией. С их помощью проводят обезвреживание различных токсичных веществ, и также веществ, трудно извлекаемых из воды иными способами. Осуществлением реакций окисления добиваются перевода токсичных загрязнителей в менее токсичные или нетоксичные формы. Также за счет использования сильных окислителей достигается гибель микроорганизмов, наступающая вследствие окисления их клеточных структур. В основном применяют хлорсодержащие окислители: газообразный хлор (Cl_2) а также различные хлор соединения, такие как диоксид хлора (ClO_2), гипохлориды калия, натрия и кальция (KClO ; NaClO ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Помимо этого используют перекись водорода (H_2O_2), перманганат калия (KMnO_4), озон (O_3), кислород воздуха (O_2), дихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и т.д.

1.2.3 Биологические методы очистки воды

Как следует из названия, методы очистки данной группы основаны на использовании живых организмов. Несмотря на очевидность метода, биологическая очистка является наиболее передовым и перспективным направлением в очистке сточных вод. Для осуществления процесса обычно используются бактерии различных видов, но также это могут быть низшие грибы и водоросли, простейшие и даже некоторые многоклеточные, такие как красные черви и мотыль. Одной из особенностей биологического метода очистки является возможность подбора определенных живых организмов для оптимальной очистки сточных вод заданного химического состава. Так нитрофицирующие бактерии, такие как *Nitrobacter* и *Nitrosomonas*, способны окислять азотсодержащие соединения в процессе питания, а фосфат аккумулирующие организмы применяются для очистки воды от фосфора.

Скопление микроорганизмов, используемое при биологической очистке, называется активным илом. Он представляет собой темно-коричневую или черную жидкую массу с землистым запахом, которая при отстаивании образует оседающие хлопья. Благодаря этому активный ил может быть сравнительно легко отделен от воды после завершения процесса очистки. Сами микроорганизмы, как правило, находятся в активном иле не поодиночке, а в составе колоний, называемых зооглеи. В зависимости от состава очищаемой воды и условий проведения процесса очистки зооглеи могут иметь различную форму: шарообразную, древовидную и т.д.

В общем случае все используемые в биоочистке микроорганизмы можно разделить на две большие группы, определяющие характер проведения процесса: аэробные и анаэробные. Аэробные организмы потребляют кислород в процессе питания, необходимый им для окисления веществ. В свою очередь анаэробные организмы не нуждаются в кислороде. Для процесса очистки использование микроорганизмов того или иного типа определяет характер проведения процесса и необходимое для его осуществления оборудование.

Биологическая очистка может проводиться в следующих условиях:

- биологические пруды;
- поля фильтрации;
- биофильтры;
- аэротенки (окситенки);
- метантенки.

В первых двух случаях используются крайне простые сооружения.

Биологический пруд – это естественный или искусственный водоем с, как правило, естественной аэрацией, в котором обитают микроорганизмы активного ила.

Поле фильтрации представляет собой участок почвы (песок, глина, суглинок или торф), через который осуществляют фильтрацию воды и ее очистку за счет содержащихся в почве микроорганизмов. Сооружения такого типа неспособны работать с сильнозагрязненными водами при большом расходе. В тоже время они почти не требуют эксплуатационных затрат и постоянного контроля со стороны человека.

Биофильтр – это сооружение, в котором очистка воды осуществляется путем фильтрации через слой загрузочного материала, покрытого слоем аэробных микроорганизмов, который также называется биопленкой. Для обеспечения достаточного количества кислорода, необходимого организмам для биоразложения загрязнителей, предусматривается воздухораспределительная система. Однако аэрация может осуществляться и естественным путем.

Аэротенк является более сложным очистным сооружением, в котором аэрация осуществляется искусственным образом. Как следует из описания, в нем проводится очистка аэробными микроорганизмами. Перед подачей в аэротенк вода предварительно смешивается с активным илом. Аэрация в аэротенке не только насыщает среду кислородом, стимулируя процессы биоразложения загрязнений, но и обеспечивает дополнительное

перемешивание. Обычно для аэрации используется атмосферный воздух, но в случае окситенков вместо него используется технический кислород, что значительно увеличивает эффективность процесса.

Биологическая очистка сточных вод анаэробными организмами преимущественно проводится в **метантенках**. Отличительной особенностью такой очистки является отсутствие потребности в кислороде и получение биогаза в качестве продукта жизнедеятельности анаэробных бактерий. Также в метантенк обычно подается не сама вода, а выпадающий в отстойниках концентрированный осадок, который необходимо подвергнуть брожению. Для интенсификации процесса брожения в метантенке может быть предусмотрен дополнительный подогрев. При этом выделяют мезофильное сбраживание, проводимое при 30-35 °С, и термофильное сбраживание, проводимое при 50-55 °С. Сам процесс анаэробного разложения достаточно сложен и протекает в несколько стадий, а на завершающей стадии происходит образование метана, являющегося экологически чистым топливом.

1.2.4 Физико-химические методы очистки воды

Как следует из названия, методы очистки воды данной группы совмещают в себе химическое и физическое воздействие на загрязнители воды. Они достаточно разнообразны и применяются для удаления самых разных веществ. В их числе растворенные газы, тонкодисперсные жидкие или твердые частицы, ионы тяжелых металлов, а также различные вещества в растворенном состоянии. Физико-химические методы могут применяться как на стадии предварительной очистки, так и на поздних этапах для глубокой очистки.

Разнообразие методов данной группы велико, поэтому ниже будут приведены наиболее распространенные из них:

- флотация;
- сорбция;

- экстракция;
- ионообмен;
- электродиализ;
- обратный осмос;
- термические методы.

Флотация, применительно к водоочистке, представляет собой процесс отделения гидрофобных частиц при пропускании через воду большого числа пузырьков газа (обычно воздуха). Показатели смачиваемости отделяемого загрязнителя таковы, что частицы закрепляются на поверхности раздела фаз пузырьков и вместе с ними поднимаются на поверхность, где образуют слой пены, который может быть легко удален. Если отделяемая частица оказывается больше по размерам чем пузырьки, то вместе они (частица + пузырьки) образуют так называемый флотокомплекс. Нередко флотацию комбинируют с использованием химических реагентов, к примеру, сорбирующихся на частицах загрязнителя, чем достигается снижение его смачиваемости, или являющихся коагулянтами и проводящих к укрупнению удаляемых частиц. Флотацию преимущественно используют для очистки воды от различных нефтепродуктов и масел, но также могут удаляться твердые примеси, отделение которых другими способами неэффективно.

Очистка воды методом **жидкостной экстракции** заключается в использовании экстрагентов. Применительно к очистке воды, экстрагент – это несмешиваемая или мало смешиваемая с водой жидкость, значительно лучше растворяющая в себе извлекаемые из воды загрязнители. Процесс осуществляется следующим образом: очищаемая вода и экстрагент перемешиваются для развития большой поверхности контакта фаз, после чего в них происходит перераспределение растворенных загрязняющих веществ, большая часть которых переходит в экстрагент, затем две фазы разделяются. Насыщенный извлекаемыми загрязнителями экстрагент называется экстрактом, а очищенная вода – рафинатом. Далее экстрагент

может быть утилизирован или регенерирован в зависимости от условий процесса. Данным методом из воды удаляются преимущественно органические соединения, такие как фенолы и органические кислоты. Если экстрагируемое вещество представляет определенную ценность, то после регенерации экстрагента оно вместо утилизации может быть с пользой использовано для других целей. Данный факт способствует применению экстракционного метода очистки к сточным водам предприятий для извлечения и последующего использования или возврата в производство ряда веществ, теряемых со стоками.

Ионный обмен в основном используется в водоподготовке с целью умягчения воды, то есть изъятия солей жесткости. Суть процесса заключается в обмене ионами между водой и специальным материалом, называемым ионитом. Иониты подразделяются на катиониты и аниониты в зависимости от типа обмениваемых ионов. С химической точки зрения ионит представляет собой высокомолекулярное вещество, состоящее из каркаса (матрицы) с большим количеством функциональных групп, способных к ионообмену. Существуют природные иониты, такие как цеолиты и сульфогли, которые применялись на ранних этапах развития ионообменной очистки, но в настоящее время широкое распространение получили искусственные ионообменные смолы, значительно превосходящие свои природные аналоги по ионообменной способности. Метод очистки ионным обменом получил широкое распространение, как в промышленности, так и в быту. Бытовые ионообменные фильтры, как правило, не используются для работы с сильнозагрязненными водами, поэтому ресурса одного фильтра хватает на очистку большого количества воды, после чего фильтр подлежит утилизации. В то же время при водоподготовке ионообменный материал чаще всего подлежит регенерации с помощью растворов с большим содержанием ионов H^+ или OH^- .

Электродиализ представляет собой комплексный метод, сочетающий мембранный и электрический процессы. С его помощью можно удалять из

воды различные ионы и проводить обессоливание. В отличие от обычных мембранных процессов, в электродиализе используются специальные ионоселективные мембраны, пропускающие ионы только определенного знака. Аппарат для проведения электродиализа называется электродиализатором и представляет собой ряд камер, разделенных чередующимися катионообменными и анионообменными мембранами, в которые поступает очищаемая вода. В крайних камерах расположены электроды, к которым подводится постоянный ток. Под действием возникшего электрического поля ионы начинают двигаться к электродам согласно своему заряду, пока не встречаются ионоселективную мембрану с совпадающим зарядом. Это приводит к тому, что в одних камерах происходит постоянный отток ионов (камеры обессоливания), а в других, наоборот, наблюдается их накопление (камера концентрирования). Разводя потоки из разных камер можно получить концентрированный и обессоленный растворы. Неоспоримые преимущества данного метода заключаются не только в очищении воды от ионов, но и в получении концентрированных растворов отделяемого вещества, что позволяет возвращать его назад в производство. Это делает электродиализ особенно востребованным на различных химических предприятиях, где вместе со стоками теряется часть ценных компонентов, и применение данного метода удешевляется за счет получения концентрата.

Обратный осмос относится к мембранным процессам и проводится под давлением больше осмотического. Осмотическое давление – избыточное гидростатическое давление, приложенное к раствору, отделенному полупроницаемой перегородкой (мембраной) от чистого растворителя, при котором прекращается диффузия чистого растворителя через мембрану в раствор. Соответственно, при рабочем давлении выше осмотического будет наблюдаться обратный переход растворителя из раствора, за счет чего концентрация растворенного вещества будет расти. Таким способом можно отделять растворенные газы, соли (включая соли жесткости), коллоидные

частицы, а также бактерии и вирусы. Также установки обратного осмоса выделяются тем, что используются для получения пресной воды из морской. Данный тип очистки с успехом используется как в бытовых условиях, так и при обработке сточных вод и водоподготовке.

Термические методы основаны на воздействии на очищаемую воду повышенных или пониженных температур. Одним из наиболее энергоемких процессов является выпаривание, однако оно позволяет получить воду высокой степени чистоты и высококонцентрированный раствор с нелетучими загрязнителями. Также концентрирование примесей может осуществляться с помощью вымораживания, поскольку в первую очередь начинает кристаллизоваться чистая вода, и лишь затем оставшаяся ее часть с растворенными загрязнителями. Выпариванием, как и вымораживанием, можно проводить кристаллизацию – выделение примесей в виде выпадающих в осадок кристаллов из насыщенного раствора. В качестве экстремального метода используется термическое окисление, когда очищаемая вода распыляется и подвергается воздействию высокотемпературных продуктов сгорания топлива. Данный метод используется для нейтрализации высокотоксичных или трудно разлагаемых загрязнителей.

1.2.5 Сорбционные методы

Сорбционные методы основаны на избирательном поглощении загрязняющих веществ в поверхностном слое сорбента (адсорбция) или в его объеме (абсорбция). В частности для очистки воды используется процесс адсорбции, который может носить физический и химический характер. Отличие заключается в способе удержания адсорбируемого загрязнителя: с помощью сил молекулярного взаимодействия (физическая адсорбция) или благодаря образованию химических связей (химическая адсорбция или хемосорбция). Методы данной группы способны достичь большой

эффективности и убирать из воды даже малые концентрации загрязнителей при больших ее расходах, что делает их предпочтительными в качестве методов доочистки на завершающих стадиях процесса водоочистки и водоподготовки. Сорбционными методами могут удаляться различные гербициды и пестициды, фенолы, поверхностно активные вещества [18].

В качестве адсорбентов используются такие вещества как активированные угли, шунгит, силикагели, алюмогели и цеолиты. Их структура делается пористой, что значительно увеличивает удельную площадь адсорбента, приходящуюся на единицу его объема, из-за чего достигается большая эффективность процесса. Сам процесс адсорбционной очистки может быть осуществлен путем смешения очищаемой воды и адсорбента, или же путем фильтрации воды через слой адсорбента. В зависимости от сорбирующего материала и извлекаемого загрязнителя процесс может быть регенеративным (адсорбент после регенерации используется вновь) или деструктивны, когда адсорбент подлежит утилизации ввиду невозможности его регенерации.

Рассмотрим некоторые природные сорбенты.

Цеолит применяется в качестве минерального сорбента для очистки воды, от бытовых и промышленных загрязнений. Так же цеолит применяют для осветления речной воды, для благоприятного разведения рыб в водоемах, для обеззараживания от бактерий и вирусов.

Использование фильтров, содержащих минерал цеолит, на водоочистных сооружениях и в бытовых условиях приводит качество питьевой воды до соответствия санитарно-гигиеническим норм. Также применяется для очистки бытовых стоков в качестве фильтров различных типов. В дальнейшем материал фильтра регенерируется.

Активированный уголь при контакте с водой, поглощает многие примеси, в частности, хлор, соли металлов и микроорганизмы. Это эффективный и на редкость многофункциональный сорбционный материал.

Свойства активированного угля обусловлено его пористой структурой. Выделяют три вида пор, исходя из их размеров, самые маленькие – это микропоры, размером не более 2 нанометров, мезопоры имеют следний размер, в пределах 2 – 50 нм, и самые крупные – это макропоры, размер которых превышают 50 нм. Стоит отметить, что в зависимости от сорта активированного угля может преобладать тот или иной тип пор.

Шунгит обладает таким свойством, как проявление способности продуцировать активный атомарный кислород, который является сильнейшим окислителем. Такое свойство называется каталическим. Органические молекулы, сорбированные на поверхности шунгита имеют свойство подвергаться окислению до CO₂ и H₂O атомарным кислородом. Происходит окислительная деструкция органических соединений поверхности шунгита, что приводит к освобождению от сорбированных соединений. После чего поверхность шунгитового камня вновь становится готовой к повторному циклу сорбции. Такая уникальная способность шунгита как очищение воды от частиц радикальной природы, так же очищать воду от ряда металлов, что происходит путём окисления и перевода в нерастворимую форму объясняется тем, что в шунгитовой воде присутствует высокактивный кислород [19].

1.3 Природные сланцы

1.3.1 Общая характеристика природных сланцев

Сланцы — разнообразные горные породы с параллельным (слоистым) расположением сростаний низко- или средне-температурных минералов (таких как хлорит, актинолит, серицит, серпентин, эпидот,

мусковит, альбит, кварц, ставролит), входящих в их состав; в них часто сохраняются реликтовые структуры [2].

История образования сланцев насчитывает не менее 300 миллионов лет. Большинство залежей формировалось в процессе вулканических изменений в недрах земли или на морском дне из оседавшего ила и глины, которые под давлением горных массивов или воды преобразовывались в тонкие слоистые пласты. Основу сланцев составляют минералы темных оттенков с включениями полевых шпатов или кварцев. В некоторых разновидностях породы (например, в слюдяных сланцах) в составе присутствует слюда. Разная структура и минеральный состав породы отражаются на ее физических свойствах. По шкале Мооса показатель твердости варьируется в пределах от 2 до 6 единиц. Низкий коэффициент у графитных сланцев, высокий – у ортоклазов. Хрупкой разновидностью породы является также горючий сланец, состоящий из перегнивших органических веществ. Разлагающиеся моллюски и водоросли выделяют большое количество углеводорода, поэтому горючий сланец быстро воспламеняется и используется в качестве эффективного топлива. Остальные виды сланцев пожаробезопасны, водонепроницаемы, имеют низкий показатель теплопроводности, устойчивы к негативному воздействию внешних факторов и токсических компонентов.

1.3.2 Разновидности сланцев

Существует множество разновидностей сланца, отличающихся окраской, минеральным составом, структурой и происхождением. Окраска сланцев многообразна, зависит от наличия и количества минералов и примесей химических элементов. Наиболее распространенными считаются черные и серые сланцы. Черный камень (аспидный, графитовый, углистый) обладает выраженным графитовым оттенком с матовым блеском, в залежах формируется в виде ровных, легко откалывающихся пластин. Камни серого цвета имеют красивый масляный блеск, поэтому востребованы в отделочных

работах. В природе также встречаются сланцы коричневых, зеленых, желтых, бежевых, серых, серо-фиолетовых, красных и белых оттенков.

По химическому составу и минералогическому происхождению различают: Глинистый сланец – твердая порода темно-серого цвета, достигающего до черного. Встречаются образцы зеленых и красных оттенков. В составе присутствуют микроскопические частицы таких глинистых пород, как хлорит и гидрослюда, не разрушается в воде. Кремнистый сланец – порода, образующая плотные тонкие листы или плиты из тонкокристаллических кварцевых формирований с возможным присутствием халцедона. В зависимости от количества примесей бывает черного, серого, красного, зеленого или серо-фиолетового цвета. Слюдяной сланец – распространенная порода метаморфического происхождения с кристаллической структурой, в составе которой преобладают кварц и слюда. Горючий сланец – минерал, внешне напоминающий окаменевшую глину, легко воспламеняется, имеет средний показатель плотности и окраску, варьирующую в желтых и серых тонах, часто достигающих до черного цвета. Хлоритовый сланец – камень зеленого цвета с ярким блеском, основу которого составляет хлорит.

Парагенезис природных минералов зависит от химического состава и термодинамических условий. При влиянии сильных динамических воздействий, горные породы преобразуются в кристаллические сланцы, которые в свою очередь сохраняют способность к легкому расслаиванию или раскалыванию на пластинки и плитки. Если в метаморфизме участвуют тонкослоистые осадочные породы, а направление давления совпадает с направлением слоистости или близко к нему, то происходит сжатие слоев с образованием многочисленных складок малого размера. Как правило, сланцы характеризуются сланцеватостью – способностью легко расщепляться на отдельные пластины. Относятся к терригенным или к метаморфическим горным породам.

Месторождения сланцевых пород разрабатываются практически на всех континентах. Их добывают в США (Колорадо, Вайоминг и Юта) и Бразилии, на территории Центральной Европы и Монголии. Имеются месторождения сланцев в Белоруссии, Украине, Казахстане, Эстонии и государствах Средней Азии. В России значимые объемы горных сланцевых пород добывают в Сибири, на Урале, в Ленинградской, Костромской и Кировской области, окрестностях Екатеринбурга, а также на территориях Чувашии, Мордовии, Республики Коми и Северном Кавказе.

1.3.3 Области применения сланцев

Природный сланец обладает качественными физическими и эстетическими свойствами, поэтому в качестве отделочного материала используется при оформлении интерьеров жилых домов, офисов, а также фасадов зданий. Из него сооружают камины, обустривают полы и декорируют стены. Несмотря на дороговизну натурального камня, его используют в ландшафтном дизайне для мощения дорожек, устройства колонн, декоративных фонтанов, ступеней и других элементов. Кристаллический сланец обладает высокой прочностью и низким показателем водопоглощения, поэтому в развитых европейских странах используется для устройства кровли. Сланцевое покрытие длительный период сохраняет первоначальный вид, так как за счет своей структуры способно самоочищаться от грязи и пыли. Из сланца изготавливают эксклюзивную и качественную посуду, которая набирает стремительную популярность не только в ресторанном деле, но и на домашних кухнях. Сланцевая посуда имеет оригинальный вид, легко моется, устойчива к ударам и гигиенична, так как камень устойчив к размножению на нем грибковых бактерий. Горючий сланец является эффективным топливом для печей и твердотопливных котлов. В химической промышленности сланцевые углеводороды применяют для изготовления пластика, битума, машинных

горючих составов и газа. Камень не используется ювелирами, однако некоторые магические предметы (талисманы или обереги) могут выступать украшением. В некоторых, сланцах содержится множество ископаемых останков.

В литературе практически отсутствуют сведения о применении природных сланцев для очистки воды, хотя химический состав и физические свойства сланцев предполагают такую возможность. В работе [2] показана перспективность использования сланцев как сорбента для очистки воды от ионов двухвалентного железа.

В работе [2] использовался минерал сланец г. Анапа различного гранулометрического состава. Данные исследования показали, что минерал сланец, размером меньше 0,1мм эффективен при извлечении из модельного раствора ионов Fe^{2+} .

2. Материалы и методы исследования

В данной работе материалом для исследований является природный минеральный сорбент – сланец. Образцы сланца были взяты из разных месторождений мира, из таких регионов как Геленджик, Абхазия, побережье Черного моря, Сочи и Китай. Для каждого эксперимента был выбран оптимальный гранулометрический состав минерального сорбента.

2.1 Определение уровня жесткости воды с применением минерала сланца

Для измерения жесткости используем образцы минерала сланца из Геленджика, Абхазии, Черного моря, Сочи и Китая. В целях оптимальной гидродинамики фильтрации был выбран следующий фракционный состав сорбентов: <0,1 мм; 0,5–1 мм; 1,5–2,5 мм. Исследование сорбционных характеристик сорбентов проводилось в статических условиях.

Подготовка образцов заключалась в измельчении и просеивании до нужных размеров: 2,5–4 мм; 1,5–2,5 мм; 1–1,5 мм; 0,5–1 мм; 0,1–0,5 мм; <0,1 мм. Затем проводилось взвешивание по 0,5 мг каждого образца с размерами 1,5–2,5 мм; 0,5–1 мм и <0,1мм.

Определение жесткости раствора с применением минерального сорбента сланец различных месторождений проводилось в условиях статики. Исследуемый образец сланца массой 0,5 г помещали в стеклянный стакан (100 см³) и заливали 50 см³ водопроводной воды. Проводили перемешивание на магнитной мешалке при скорости вращения 200 об/мин в течение 1, 5, 15, 30, 60 и 150 минут. По завершении процесса отфильтровывали воду от сланца на бумажном фильтре «синяя лента» и анализировали раствор на жесткость посредством метода титрования.

Метод титрования основан на измерении объема раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом.

Для проведения анализа в коническую колбу на 50 мл вносим 10 мл пробы воды и 0,2 мл реактива 1 (аммиачный буфер), далее 0,02–0,03 г реактива 2 (эриохром черный Т) и перемешиваем. Затем медленно, считая капли и перемешивая, приливаем реактив 3 (Трилон Б) до перехода окраски из винно-красной через фиолетово-синюю в ярко голубую. Рассчитываем жесткость по формуле:

$$\text{Жесткость} = V * 5, \text{ (мг-экв/л)}, \quad (1)$$

где v – количество реактива 3, израсходованное на титрование, мл

2.2 Определение степени извлечения ионов железа из модельного раствора

Для исследования сорбционных свойств сланца в статических условиях проводили перемешивание сорбента и модельного раствора с помощью магнитной мешалки при скорости вращения до 200 об/мин. Сорбция проводилась на модельных растворах с известными концентрациями ионов Fe^{2+} , которые готовили на бидистиллированной воде из государственных стандартных образцов данных ионов. Для исследования сорбционных характеристик минерала сланца были выбраны образцы с размерами 0,5–1 мм и <0,1 мм мм. Для проведения экспериментов навеску сланца массой 0,5 г помещали в стеклянный стакан объемом 100 см³ и заливали 50 см³ модельного раствора. Модельные растворы имели разную начальную концентрацию, значения которой указаны в таблицах 1–5. Процесс сорбции проводили в интервалы времени: 1, 5, 15, 30, 60 и 150 минут. По завершении процесса сорбции фазы разделяли фильтрованием через фильтр «синяя лента» и анализировали фильтрат на остаточное содержание ионов железа.

Ионы железа определяли методом вольтамперометрии на приборе-анализаторе ГА-Fe (рисунок 1).

Методика включает в себя предварительную подготовку проб для перевода всех форм железа в Fe(III) путем озонирования пробы или нагреванием с окислителем и последующее измерение массовой концентраций железа в водном растворе приготовленной пробы методом вольтамперометрии.



Рисунок 1 – изображение прибора-анализатора

Метод аналитического сигнала основан на измерении нестационарного тока электрохимической реакции восстановления ионов трехвалентного железа при постоянном потенциале. Фоновым электролитом является раствор соляной кислоты. Массовая концентрация железа в пробе определяется методом добавок аттестованной смеси.

В кварцевый стаканчик объемом 20 мл³ вносим 1 мл исследуемого раствора, добавляем 9 мл бидистиллированной воды и 0,2 мл соляной кислоты. Получившийся раствор доводим до кипения и после озонируем в течение 60 секунд, даем остыть до комнатной температуры. Проводим анализ пробы на анализаторе TA-Fe и анализируем полученные результаты путем сравнения с изначальным модельным раствором.

2.3 Определение степени извлечения марганца из модельного раствора

Методика предназначена для анализа проб вод питьевых, производственных и сточных и устанавливает порядок определения массовой концентрации марганца на анализаторе ТА-Mn.

Подготовка модельного раствора: основной раствор, содержащий $100,0 \text{ мг/дм}^3$ ионов Mn(III) готовим из государственного стандартного образца состава растворов с аттестационной концентрацией $1,0 \text{ мг/см}^3$.

Подготовка пробы: отбираем 1 мл анализируемого раствора, приготовленного в условиях статики (пункт 2.2) в кварцевый стаканчик, добавляем $0,1 \text{ см}^3$ концентрированной серной кислоты и $0,1 \text{ см}^3$ перекиси водорода 30 %. Пробу выпариваем досуха при температуре $150\text{--}350\text{C}$, затем помещаем стаканчик в муфельную печь при температуре 550C и выдерживаем в течении 5 минут до получения белого осадка. Охлаждаем стаканчик до комнатной температуры, добавляем $0,1 \text{ см}^3$ концентрированной соляной кислоты, выпариваем до влажных солей и доводим объем до 10 см^3 дистиллированной водой. Получившийся раствор анализируем на проборе ТА-Mn.

3. Результаты и обсуждение

3.1 Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца

В таблицах 1–5 приведены результаты измерения жесткости воды с применением минерального сорбента сланец различных месторождений в зависимости от времени сорбции и фракционного состава.

Таблица 1 – Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца из Геленджика

Образец	Размер, мм	Исходная жесткость воды, мг*эquiv/дм ³	Время, мин	Итоговая жесткость смеси, мг*эquiv/дм ³	Степень извлечения, %
Сланец Геленджик	<0,1	4,55	1	4,76	+4,61
		4,55	5	4,33	4,83
		4,55	15	4,55	0
		4,55	30	4,33	4,83
		4,55	60	3,9	14,28
		4,55	150	4,55	0
	0,5-1	4,75	1	4,11	13,47
		4,75	5	4,11	13,47
		4,75	15	3,68	22,52
		4,75	30	3,9	17,89
		4,75	60	3,46	27,15
		4,75	150	3,68	22,52
	1,5-2,5	4,55	1	4,33	4,83
		4,55	5	4,11	9,67
		4,55	15	3,68	19,12
		4,55	30	3,68	19,12
		4,55	60	3,68	19,12
		4,55	150	3,6	20,87

Образец из города Геленджик показал сравнительно низкую эффективность в процессе снижения жесткости. Снижению жесткости до 27 % способствует образец фракционного состава 0,5–1 мм.

Таблица 2 – Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца из Черного моря (Абрау Дюрсо)

Образец	Размер, мм	Исходная жесткость воды, мг*эquiv/дм ³	Время, мин	Итоговая жесткость смеси, мг*эquiv/дм ³	Степень извлечения, %
Сланец Черное море (Абрау Дюрсо)	<0,1	4,33	1	3,9	9,93
		4,33	5	3,46	20,09
		4,33	15	4,11	5,08
		4,33	30	3,03	30,02
		4,33	60	3,68	15,01
		4,33	150	3,68	15,01
	0,5-1	4,55	1	3,68	19,12
		4,55	5	3,46	23,95
		4,55	15	4,11	9,67
		4,55	30	4,33	4,83
		4,55	60	3,25	28,57
		4,75	150	2,81	40,84
	1,5-2,5	4,33	1	3,68	15,01
		4,33	5	3,68	15,01
		4,33	15	3,9	9,93
		4,33	30	3,9	9,93
		4,33	60	3,68	15,01
		4,33	150	3,03	30,02

Образец с Черного моря (Абрау Дюрсо) с размером частиц 0,5–1мм позволяет снизить жесткость до 40 %.

Таблица 3 – Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца из Абхазии (Горный мешок)

Образец	Размер, мм	Исходная жесткость воды, мг*эquiv/дм ³	Время, мин	Итоговая жесткость смеси, мг*эquiv/дм ³	Степень извлечения, %
Сланец Абхазия (Горный мешок)	<0,1	4,98	1	4,55	8,63
		4,98	5	4,4	11,64
		4,98	15	4,4	11,64
		4,98	30	4,4	11,64
		4,98	60	4,12	17,26
		4,98	150	3,25	34,73
	0,5-1	4,98	1	4,46	10,44
		4,98	5	4,12	17,26
		4,98	15	4,4	11,64
		4,98	30	3,9	21,68
		4,98	60	3,68	26,10
		4,98	150	3,47	30,32
	1,5-2,5	5,28	1	3,9	26,13
		5,28	5	5,1	3,40
		5,28	15	4,93	6,62
		5,28	30	3,68	30,30
		5,28	60	3,9	26,13
		5,28	150	3,9	26,13

Образец из Абхазии (Горный мешок) показывает не самые лучшие, но весьма стабильные результаты по снижению уровня жесткости воды (снижение до 34 % при размере частиц <0,1 мм).

Таблица 4 – Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца из Сочи (красная поляна)

Образец	Размер, мм	Исходная жесткость воды, мг*экв/дм ³	Время, мин	Итоговая жесткость смеси, мг*экв/дм ³	Степень извлечения, %
Сланец Сочи (Красная поляна)	<0,1	5,8	1	4,75	18,10
		5,8	5	5,28	8,96
		5,8	15	5,1	12,06
		5,8	30	4,58	21,03
		5,8	60	4,4	24,13
		5,8	150	4,93	15
	0,5-1	5,8	1	4,93	15
		5,8	5	4,58	21,03
		5,8	15	3,75	35,34
		5,8	30	5,8	0
		5,8	60	6,35	+9,48
		5,8	150	7,1	+22,41
	1,5-2,5	5,8	1	4,75	18,10
		5,8	5	5,1	12,0
		5,8	15	5,1	12,06
		5,8	30	4,4	24,13
		5,8	60	3,75	35,34
		5,8	150	4,75	18,10

Образец из Сочи (красная поляна) с размером частиц 0,5–1 мм показывает увеличение жесткости воды на 60 и 150 минуте. Данное явление можно обосновать тем, что в процессе сорбции из минерала могли вымываться ионы, способствующие повышению уровня жесткости воды. Максимальная степень снижения жесткости (35,34 %) была получена для образцов данного минерала с фракционным составом 0,5–1 мм и 1,5–2,5 мм

Таблица 5 – Результаты определения уровня жесткости воды с применением минерала сланца из Китая

Образец	Размер, мм	Исходная жесткость воды, мг*эquiv/дм ³	Время, мин	Итоговая жесткость смеси, мг*эquiv/дм ³	Степень извлечения, %
Китай Китай (красный)	<0,1	4,75	1	4,93	+3,78
		4,75	5	4,75	0
		4,75	15	5,8	+22,10
		4,75	30	4,58	3,57
		4,75	60	4,4	7,368
		4,75	150	5,28	+11,15
	0,5-1	5,28	1	4,4	16,66
		5,28	5	4,58	13,25
		5,28	15	4,93	6,62
		5,28	30	4,58	13,25
		5,28	60	3,9	26,13
		5,28	150	4,58	13,25
	1,5-2,5	4,75	1	5,1	+7,36
		4,75	5	5,1	+7,36
		4,75	15	4,93	+3,78
		4,75	30	5,28	+11,15
		4,75	60	4,75	0
		4,75	150	4,75	0

Образец из Китая (красного цвета) отличился низкой, а временами и отрицательной способностью к уменьшению жесткости воды. Это свидетельствует о наличии в составе минерала ионов, которые при вымывании в процессе обработки модельного раствора способствуют повышению уровня жесткости воды, предположительно в форме карбоната кальция.

Таким образом, понижению жесткости воды лучше всего способствует образец из Абхазии. Образцы из Геленджика и Черного моря

показали неоднозначные результаты, но осаждение ионов тяжелых металлов в воду не было. Образцы из Сочи (0,5–1мм) и Китая (<0,1мм и 1,5–2,5мм) показали самую низкую, временами отрицательную, степень очистки.

3.2 Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора

В таблицах 6-10 приведены результаты исследований сорбционных свойств минерала сланец различных месторождений в процессе обезжелезивания модельных растворов двухвалентного железа в статических условиях. Время сорбции составляло 150 минут.

Таблица 6 – Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора с применением сланца с Черного моря (Абрау Дюрсо)

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация ионов железа, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация ионов железа после сорбции, мг/л	Степень извлечения ионов железа, %
Сланец Черное море (Абрау Дюрсо)	0,5-1	15,0	1	7,95	47
			5	7,25	51,6
			15	4,36	70,9
			30	1,19	92,0
			60	6,58	56,1
			150	7,98	46,8
	<0,1	10,6	1	0,43	95,9
			5	0,27	97,4
			15	0,62	94,1
			30	0,12	98,8
			60	0,04	99,6
			150	0,09	99,1

В таблице показано, что образец с Черного моря (Абрау Дюрсо) с гранулометрическим составом 0,5-1мм показал максимальную эффективность по извлечению ионов железа после сорбции в течение 30 минут. Степень извлечения ионов железа составила 92,0 %. Затем степень извлечения ионов железа снижается. Образец, размером частиц <0,1, показал степень извлечения ионов железа до 99,6% в течение 60 минут сорбции.

Таблица 7 – Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора с применением сланца из Геленджика

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация ионов железа, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация ионов железа после сорбции, мг/л	Степень извлечения ионов железа, %
Сланец Геленджик	0,5-1	13,13	1	4,7	64,2
			5	5,82	55,6
			15	5,17	60,6
			30	2,6	80,1
			60	2,48	81,1
			150	3,8	71,0
	<0,1	11,6	1	0,43	96,2
			5	0,30	97,4
			15	0,15	98,7
			30	0,14	98,7
			60	0,38	96,7
			150	0,38	96,7

В таблице показано, что образец из Геленджика (0,5-1мм) способен сорбировать ионы железа с эффективностью до 81,1 % при времени сорбции до 60 мин. Образец, размером частиц <0,1, показал степень извлечения ионов железа достигает 98,7% в течение 30 минут сорбции.

Таблица 8 – Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора с применением сланца из Абхазии (Горный мешок)

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация ионов железа, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация ионов железа после сорбции, мг/л	Степень извлечения ионов железа, %
Сланец Абхазия (Горный мешок)	0,5-1	14,76	1	4,75	67,8
			5	3,07	79,2
			15	3,03	79,4
			30	1,68	88,6
			60	6,02	59,2
			150	2,4	83,7
	<0,1	14,0	1	2,73	80,5
			5	2,24	84,0
			15	0,38	97,2
			30	0,11	99,2
			60	1,77	87,3
			150	0,04	99,7

В таблице показано, что образец из Абхазии (Горный мешок) с гранулометрическим составом 0,5-1мм относительно стабилен в очистке воды от ионов железа и максимальная степень извлечения достигает 88,6 %. Образец, размером частиц <0,1, показал степень извлечения ионов железа достигает 99,7% в течение 150 минут сорбции.

Таблица 9 – Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора с применением сланца из Сочи (Красная поляна)

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация ионов железа, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация ионов железа после сорбции, мг/л	Степень извлечения ионов железа, %
Сланец Сочи (Красная поляна)	0,5-1	14,46	1	8,44	41,6
			5	7,35	49,1
			15	2,18	84,9
			30	4,62	68,0
			60	2,96	79,5
			150	2,63	81,8
	<0,1	10,7	1	2,04	80,9
			5	2,35	78,0
			15	1,19	88,8
			30	1,51	85,8
			60	0,90	91,5
			150	0,33	96,9

В таблице показано, что образец из Сочи с размерами частиц сорбента 0,5-1мм достигает самого высокого значения эффективности сорбции ионов железа до 84,9 % при времени сорбции 15 мин. Образец, размером частиц <0,1, показал степень извлечения ионов железа достигает 96,9% в течение 150 минут сорбции.

Таблица 10 – Результаты степени извлечения ионов железа из модельного раствора с применением сланца Китая

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация ионов железа, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация ионов железа после сорбции, мг/л	Степень извлечения ионов железа, %
Сланец Китай (красный)	0,5-1	14,3	1	3,76	71,7
			5	3,46	73,9
			15	8,58	35,4
			30	4,7	64,6
			60	7,8	41,3
			150	5,55	58,2
	<0,1	16,45	1	1,38	91,6
			5	1,47	91,0
			15	1,67	89,8
			30	1,29	92,1
			60	1,46	91,1
			150	0,99	93,9

В таблице показано, что образец из Китая (красного цвета) с гранулометрическим составом 0,5-1мм при сорбции в течении первых пяти минут показал степень извлечения ионов железа более 70 %, затем эффективность сорбции снижается. Образец, размером частиц <0,1мм, показал степень извлечения ионов железа достигает 93,9% в течение 150 минут сорбции.

По данным исследования сорбционных свойств минерала сланец из разных месторождений по отношению к ионам двухвалентного железа можно сделать вывод, что минерал с гранулометрическим составом 0,5-1мм и <0,1мм эффективен для обезжелезивания подземных вод, так как ни у одного образца не возникло вымывания и осаждения ионов железа. Степень извлечения ионов железа из модельных растворов образца с размерами

частиц 0,5-1мм составила 74–92 %, а у образца с размерами <0,1мм составила 78-99%.

3.3 Результаты степени извлечения марганца из модельного раствора

В таблице 11 приведены результаты исследований сорбционных свойств минерала сланец различных месторождений в процессе деманганации модельных растворов в статических условиях. Время сорбции составляло 150 минут.

Таблица 11 – Результаты степени извлечения марганца из модельного раствора с применением сланца из разных месторождений

Образец	Размер, мм	Исходная концентрация, мг/л	Время сорбции, мин	Итоговая концентрация, мг/л	Степень извлечения ионов марганца, %
Сланец Китай (красный)	0,5-1	23,0	1	9,5	58,6
			5	7,1	69,1
			15	11,0	52,1
			30	11,0	52,1
			60	6,4	72,1
			150	4,7	79,5
Сланец Черное море	0,5-1	12,0	1	4,2	61,8
			5	3,3	70
			15	2,0	81,8
			30	1,7	84,5
			60	3,1	71,8
			150	2,7	75,4
Сланец Геленджик	0,5-1	11,0	1	2,7	77,5
			5	2,1	82,5
			15	2,5	79,1
			30	2,6	78,3
			60	2,7	77,5
			150	1,8	85

Продолжение таблицы 11

Сланец Абхазия	0,5-1	10,2	1	3,2	68,6
			5	3,1	69,6
			15	2,8	72,5
			30	2,6	74,5
			60	2,7	73,5
			150	2,0	80,3
Сланец Сочи	0,5-1	11,4	1	3,1	72,8
			5	3,1	72,8
			15	2,9	74,5
			30	2,6	77,2
			60	2,1	81,5
			150	1,8	84,2

В таблице видим, что образец из Китая (красного цвета) с гранулометрическим составом 0,5-1мм при сорбции в течение 150 минут показал степень извлечения ионов марганца до 79,5%, образец из Абхазии 80,3 %, образец из Сочи 84,2%, образцы из Геленджика и Черного моря достигают степень очистки до 85%.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). В таблице 6 представлена карта сегментирования рынка.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

		Характеристики методов очистки		
		Высокая степень очистки	Широкий спектр извлекаемых компонентов	Простота эксплуатации
Отрасли промышленности	Металлургия			
	Машиностроение			
	Химическая промышленность			



- реагентная очистка

- электрохимические методы

Результатом исследования является процесс очистки сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов и марганца, на основе природного минерального сорбента (сланец) различного месторождения.

Данная система очистки сточных вод может быть использована на различных производствах, в сточных водах которых присутствуют ионы тяжелых металлов и марганца. Потенциальными потребителями результатов

исследования могут быть металлургические и машиностроительные производства.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [26]. Данный анализ проведен с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 6.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по очистке сточных вод

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Степень очистки	0,2	5	5	5	1	1	1
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
3. Помехоустойчивость	0,05	4	3	2	0,2	0,15	0,1
4. Энергоэкономичность	0,1	5	5	1	0,5	0,5	0,1
5. Долговечность использования	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
6. Уровень шума	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
9. Простота эксплуатации	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
2. Цена	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1

3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
Итого	1	54	45	36	4,7	3,9	3,2

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 6, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Данная разработка сравнивается с аналогами, которыми являются: технология очистки сточных вод на основе ионообменных смол (K1) и очистка сточных вод песками (K2) [26].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

После проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

- При сравнении с другими методами очистки, данный способ является наиболее конкурентоспособной и может заменить на рынке уже существующие аналоги.
- Сильными сторонами данной разработки в первую очередь являются энергоэкономичность, безопасность, простота эксплуатации и себестоимость.

4.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT – анализ проекта позволяет оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны: высокая эффективность очистки, энергоэкономичность, низкая стоимость, простота конструкции. Слабые стороны: проблема утилизации отработанного сорбента

Возможности: Подготовка проекта к экологической экспертизе. Предотвращение негативного воздействия на окружающую среду. Возможности для роста в связи с ненасыщенностью рынка.

Угрозы: Использование специальных программных обеспечений. Развитая конкуренция. Матрица SWOT - анализа приведена в таблице 7.

Второй этап позволяет выявить соответствия сильных и уязвимых сторон исследовательского проекта внешним условиям. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-» [26]. Поученные данные представлены в интерактивной матрице (таблица 8).

Таблица 14 - Интерактивная матрица

	Сильные стороны проекта				Слабые стороны проекта		
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	0	-
	B2	+	+	+	-	+	-
	B3	0	-	-	-	-	-
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-	+	+
	У2	+	0	-	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей:

V1B2C1C2C3, B1C4, B2Сл1, У1Сл1Сл2, У2С1.

Далее представлена итоговая матрица SWOT (таблица 9).

Таблица 15 - итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Высокая эффективность очистки. С2. Энергоэкономичность. С3. Низкая стоимость установки. С4. Простота конструкции установки.	Слабые стороны: Сл1. Проблема утилизации отработанного загрязненного сорбента Сл2. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство «под ключ» в России.
Возможности: В1. Возможность использования на малых и больших предприятиях В2. Предотвращение негативного воздействия на окружающую среду В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	V1B2C1C2C3 - При совмещении сильных сторон и возможностей повышается конкурентоспособность разработки, позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду. B1C4 – Простота конструкции схемы очистки позволяет ее использовать как на больших так и на малых производствах	B2Сл1 - Совмещение возможностей и слабых сторон позволит подобрать оптимальный метод регенерации минерала, для повторного его использования. Вследствие этого возможно повысить конкурентоспособность разработки.
Угрозы: У1: Отсутствие спроса на новые технологии производства У2 Развитая конкуренция	У2С1 - Существует большое количество разработок с высокой эффективностью очистки, но они дорогостоящие. Преимущество данной разработки заключается в низкой стоимости.	У1Сл1Сл2 - Устранение проблем с утилизацией отходов от очистки позволит устранить слабые стороны и угрозы, что сделает разработку максимально результативной.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: данная разработка позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, обладает высокой эффективностью и низкой стоимостью. Нахождение оптимального метода регенерации минерального сорбента позволит улучшить характеристики схемы очистки сделать разработку более конкурентоспособной.

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации. В таблице 10 представлены показатели степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

При проведении анализа по таблице, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (3)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Таблица 16 - оценка степени готовности проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	2
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	30	35

По результатам оценки степени готовности проекта к коммерциализации можно сделать вывод, что данная разработка является перспективной. Однако на данном этапе проработаны только начальные стадии подготовки проекта. Необходимо провести точную оценку стоимости данного проекта. С привлечением специалистов провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план и стратегию

коммерциализации проекта, а также разработать механизм реализации проекта.

4.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

4.2.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приводят информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 10. В табл. 11 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 17 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Исполнители: Научный руководитель Назаренко О.Б., д.т.н., профессор кафедры ЭБЖ НИ ТПУ; Бухарева П.Б. магистрант группы 1ЕМ51	Получить характеристики сорбционных материалов с целью дальнейшего их использования для очистки сточных вод.

Предприятия, в сточных водах которых присутствуют тяжелые металлы и марганец	Минимизация сброса загрязняющих веществ, сокращение выплат за негативное воздействие на окружающую среду
--	--

Таблица 18 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Определение сорбционных характеристик предлагаемого минерального сорбента. Исследование сланца при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и марганца.
Ожидаемые результаты проекта:	Возможность использования минерального сорбента в водоочистке.
Критерии приемки результата проекта:	Достижение высокой степени очистки сточных вод.
Требования к результату проекта:	Научно-исследовательская работа должна быть проведена в определенные сроки
	Высокий коэффициент очистки сточных вод
	Экономическая целесообразность

4.2.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решается, кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определяется роль каждого участника в данном проекте, а также функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 12.

Таблица 19 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Назаренко О.Б., д.т.н., профессор кафедры ЭБЖ НИ ТПУ	Руководитель проекта	Координация, управление деятельностью, предоставление необходимых условий	150
2	Бухарева П.Б., магистрант группы 1ЕМ51	Исполнитель по проекту	Выполнение работ по исследованию	200
ИТОГО:				350

Руководитель проекта затрачивает на проект 150 часов, исполнитель 200 часов. Общая занятость равна 350 часов.

4.2.3 Ограничения и допущения проекта

В таблице 20 приведены факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта.

Таблица 20– Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
1. Бюджет проекта	3000руб.
1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
2. Сроки проекта:	01.09.2016 – 1.06.2017
2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2016
2.2. Дата завершения проекта	1.06.2017

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения

целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке 7 представлена иерархическая структура работ по проекту.



Рисунок 2 – Иерархическая структура работ по проекту

Иерархическая структура состоит из трех основных этапов. Каждый из этапов включает в себя пункты, которые являются незаменимыми для достижения цели.

4.3.2. Контрольные события проекта

Таблица 21 – Контрольные события проекта

п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Утверждение задания. Постановка целей и задач	2.09.16 – 10.09.16	Приказ
2	Изучение литературы	15.09.16 – 6.11.16	Отчет по НИР
3	Исследование сорбентов	7.11.16 – 10.05.17	Отчет по НИР
4	Анализ результатов	12.05.17 – 20.05.17	Отчет по НИР
5	Подготовка и оформление проекта	21.05.17 – 3.06.17	Сдача проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты (таблица 21).

4.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Линейный график представлен в таблице 22.

Таблица 22- Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, рабочие дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1.1	Принятие решения о разработке, постановка цели и задач	1	2.09.16	2.09.16	О.Б.Назаренко, П.Б. Бухарева
1.2	Составление и утверждение задания	6	4.09.16	10.09.16	О.Б. Назаренко
1.3	Изучение литературы	21	15.09.16	6.11.16	П.Б. Бухарева
2.1	Исследование сорбционных свойств сорбента	110	7.11.16	15.04.17	П.Б. Бухарева О.Б. Назаренко

2.2	Определение уровня жесткости пробы воды с использованием сорбента	25	15.04.17	10.05.17	П.Б. Бухарева О.Б. Назаренко
2.3	Исследование сланца при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и марганца.	8	12.05.17	20.05.17	П.Б. Бухарева О.Б. Назаренко
3.1	Подготовка и оформление отчета	11	21.05.17	3.06.17	П.Б. Бухарева
3.2	Сдача проекта	6	5.06.17	11.06.17	П.Б. Бухарева О.Б. Назаренко
Итого:		188			


Из таблицы следует, что продолжительность работ составила 188 дней. Из которых руководитель занят 156 дней.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График проведения работ представлен в таблице 23.

Таблица 23 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код ИСР	Вид работ	Т _к	Продолжительность выполнения работ											
			сентябрь	октябрь	ноябрь	Декабрь	январь	февраль	март	апрель	Май	июнь		
1.2	Составление технического задания	7	■											
1.3	Изучение литературы	1	■	■										
2.1	Исследование сорбционных свойств сорбента	10			■	■	■	■	■	■	■			
2.2	Определение уровня жесткости	5								■	■			

	пробы воды с использованием сорбента											
2.3	Исследование сланца при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и марганца	8										
3.1	Подготовка и оформление отчета	1										
3.2	Сдача проекта	6										
		188										


 Руководитель
 Магистрант

В течение десяти месяцев затрачено на исследование работы 188 календарных рабочих дней

4.3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

Расчет материальных затрат

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость

материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Результаты представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма,руб.
Химические реактивы			700
Лабораторная посуда			1000
Всего за материалы			1700
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			70
Итого по статье C_m			1770

К специальному оборудованию, которое использовалось при научно-исследовательской деятельности, можно отнести: анализатор ГА-Fe, ГА-Mn и персональный компьютер. Данное специально оборудование находилось в лаборатории.

Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера)) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (5)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ –среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{F_{\text{д}}}, \quad (6)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный месячный фонд рабочего времени научно-технического персонала, равный 22 рабочих дня.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$Z_{\text{б}}=31434$ руб – базовый оклад руководителя,

$Z_{\text{б}}=1750$ руб – базовый оклад магистранта.

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$$Z_{\text{м}}=31434 * 1,3 = 40864,2 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад магистранта:

$$Z_{\text{м}} = 1750 * 1,3 = 2275 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{дн}}=40864,2 / 22=1857,46 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата магистранта:

$$Z_{\text{дн}}=2275 / 22=103,4 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы работников приведён в табл. 24.

Таблица 24 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$,руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$,руб	$Z_{\text{дн}}$,руб.	$T_{\text{р}}$,раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$,руб.
Научный руководитель	31434	1,3	40864,2	1857,46	156	289763,7
Магистрант	1750	1,3	2275	103,4	182	18820,5

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата плановых и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (8)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В табл. 25 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 25 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	289763,7	18820,5
Дополнительная зарплата	28976,3	1882
Зарплата исполнителя	318740	20702,5
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	339442,5	

Отчисления на социальные нужды

В данном разделе учитываются обязательные взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, а также медицинского страхования.

Данные расходы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (9)$$

где $k_{\text{внеб}} = 30,2\%$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, согласно Налоговому Кодексу РФ №34.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * C_{\text{зп}} = 0,302 * 339442,5 = 102511,6 \text{ руб.} \quad (10)$$

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 * 339442,5 = 271558 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости магистерской диссертации, которая представлена в таблице 26.

Таблица 26 - Калькуляция плановой себестоимости магистерской диссертации

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
1. Материалы	1770,00
2. Оборудование	0
3. Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИОКР	339442,5
4. Отчисления на социальные нужды	102511,6
5. Накладные расходы (80%)	271558
Итого себестоимость ВКР, руб.	715280,8

По данным таблице, с учетом всех затрат, себестоимость ВКР равна 715280,8 рублей.

4.3.5 Матрица ответственности

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Таблица 27 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Назаренко О.Б.	Бухарева П.Б.
Изучение литературы	(У)	(И)
Исследование сорбционных свойств сорбента	(О)	(И)
Определение уровня жесткости пробы воды с использованием сорбента	(О)	(И)
Исследование сланца при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и марганца	(У)	(И)
Подготовка и оформление отчета	(О)	(И)
Сдача проекта	(О)	(И)

По данным таблицы видно, что на каждом этапе проекта задействованы научный руководитель (ответственный и утверждающее лицо) и магистрант (исполнитель).

4.3.6 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 28 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Недостаток финансов на реализацию проекта	2	4	высокий	нет	Неправильное распределение финансов
2	Высокая конкуренция	3	5	высокий	нет	Наличие на рынке более дешевых аналогов
3	Дефицит исследуемых материалов	3	4	низкий	нет	Прекращение поставок сорбционного материала
4	Поломка оборудования	3	5	средний	нет	Нарушения при эксплуатации приборов

Из таблицы можно сделать вывод, что риски возможны при неправильном распределении финансов, наличии на рынке более дешевых аналогов и нарушении эксплуатации приборов.

4.4 Определение экономической ресурсосберегающей эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты [26-27].

4.4.1 Расчет размера платы при сбросе абонентами сточных вод, оказывающих негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения

Для того, что бы оценить, насколько целесообразно в экономическом плане проводить очистку сточных вод необходимо произвести расчет платы за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения.

Данный расчет проводился в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 N 644 (ред. от 05.01.2015) "Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" [28].

На территории города Томска предприятие осуществляло сброс сточных вод с превышением предельно допустимых концентраций цинка в центральную систему водоотведения. Превышение было зафиксировано в результате отбора контрольной пробы у абонента, организацией осуществляющей водоотведение. Размер платы за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения в части превышения

допустимой концентрации загрязняющего вещества без учета налога на добавленную стоимость (веществ) и нормативов свойств сточных вод определяется по формуле:

$$П = \sum i \left[\frac{ФК_i - ДК_i}{ДК_i} \right] \times T \times Q \quad (12)$$

$ФК_i = 1,2$ - фактическая концентрация i -го загрязняющего вещества в контрольной пробе сточных вод абонента, отобранной организацией, осуществляющей водоотведение (мг/куб. дм);

$ДК_i = 1$ - допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества или допустимый показатель свойств сточных вод, предусмотренные [28], (мг/куб. дм);

$T = 20,09$ - тариф на водоотведение, действующий для абонента, без учета налога на добавленную стоимость (руб/куб. м);

$Q = 5280 \text{ м}^3$ (80 м^3 в смену, 22 рабочих дня, 3 месяца) - объем сточных вод, отведенных абонентом за период от обнаружения превышения требований до следующего отбора проб организацией, осуществляющей водоотведение, но не более 3 календарных месяцев.

Размер платы составляет:

$$П = \left[\frac{1,2-1}{1} \right] \times 29,09 \times 5280 = 30645,12 \text{ руб.} \quad (13)$$

Из полученных расчетов можно сделать вывод, что, несмотря на незначительное превышение предельно допустимых концентраций размер платы значительно увеличивается.

В процессе исследования разработан процесс очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и марганца, данный проект позволяет сократить выброс загрязняющих веществ в воду до нормативных показателей. Использование, в качестве фильтрующей загрузки, дешевого и доступного минерального сорбента (сланец) позволит в разы сократить стоимость данной системы очистки. Также, при внедрении вещества в водоочистку не требуются дополнительные энергозатраты, дорогостоящие реагенты и установки, что играет важную роль.

В ходе выполнения работы была построена карта сегментирования рынка услуг, которая показывает рациональность разработки компании.

Проведен краткий анализ конкурентных технических решений и комплексный анализ проекта, в котором представлены технические и экономические критерии оценки эффективности.

Построена интерактивная матрица проекта, в которой выявлены слабые и сильные стороны проекта, относительно возможностей и угроз со стороны внешнего воздействия. При совмещении сильных сторон и возможностей повышается конкурентоспособность разработки, позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду. Несоответствия взаимосвязей проекта, помогают в выявлении необходимости проведения стратегических изменений.

Произведена оценка степени готовности проекта к коммерциализации, степень проработанности научного проекта составила 30 баллов, а уровень имеющихся знаний у разработчика 35 баллов.

Разработка считается перспективной, уровень разработчика выше среднего и в команду проекта, возможно, привлечь в эксперта в области расчета рисков и составление бизнес-плана.

Представлена инициация проекта, ограничения и допущения на проект и рассмотрена организационная структура проекта.

Определено планирование научно-исследовательских работ. Построен временной показатель проведения работ и календарный график проведения исследования, всего на работу было потрачено 188 календарных дня или 350 рабочих часов.

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый анализ, можно сделать вывод о целесообразности использования данных, полученных во время исследования. При этом, с учетом затрат, бюджет затрат научных исследований составляет 715280,8руб, в том числе: материалы – 1770,0 руб.,

затраты на оплату труда – 339442,5 руб., отчисления на социальные нужды - 102511,6 руб., накладные расходы – 271558 руб.

5. Социальная ответственность

Представление о понятии «Социальная ответственность» можно получить из международного стандарта ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В данном документе рассматриваются вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению.

5.1. Профессиональная социальная безопасность.

5.1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Исследование сорбционных свойств предложенных сорбентов проводилось в научно-исследовательской лаборатории института физики высоких технологий ТПУ. Работа проводится с участием анализатора ТА-Fe, ТА - Mn и ПЭВМ. Все выявленные вредные и опасные факторы на рабочем месте представлены в таблице 29.

Таблица 29 - Опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа с анализатором и ПЭВМ	Отклонение показателей микроклимата в помещении		СанПиН 2.2.4.548–96
	Электромагнитные излучения		ГОСТ 12.1.006-84

	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СНиП 23-05-95
	Шум		ГОСТ 12.0.003-74
	Вибрация		ГОСТ 12.0.003-74
		Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
		Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ

5.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

5.2.1 Микроклиматические условия

Микроклимат представляет собой комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние, самочувствие, работоспособность и здоровье. Показателями микроклимата являются температура воздуха и его относительная влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение от внутренних поверхностей помещения (стены, потолок, пол, техническое оборудование) [29]. С учетом энергозатрат работника санитарными правилами [30] устанавливаются гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест. Эти нормы рекомендуют оптимальные и допустимые величины температуры, влажности и скорости движения воздуха для рабочей зоны лабораторных помещений.

Научно-исследовательскую работу в лаборатории можно отнести к категории Ia. Это работы с интенсивностью энергозатрат до 139Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. В рабочей лаборатории показатели микроклимата полностью

соответствуют допустимым показателям, которые представлены в таблице 30.

Таблица 30 - Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° < t° _{опт}	Если t° > t° _{опт} "***"
Холодный	Ia	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75	0,1	0,1
Теплый	Ia	21,0 – 22,9	25,1 - 28,0	20,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,2

В случае отклонения от установленных норм микроклиматических параметров в лаборатории возможно применить следующие меры: принудительный воздухообмен, кондиционирование, дополнительный подвод тепла и др.

5.2.2 Электромагнитное излучение

Электромагнитные излучения – электрические и магнитные поля, распространяющиеся в пространстве. Степень воздействия электромагнитного излучения на человека зависит от интенсивности излучения, частоты и времени воздействия. Длительное воздействие электромагнитного поля (ЭМП) большой интенсивности вызывает сильное стрессовое состояние, сонливость, повышенную утомляемость, Электромагнитные излучения – электрические и магнитные поля, распространяющиеся в пространстве. Степень воздействия электромагнитного излучения на человека зависит от интенсивности излучения, частоты и времени воздействия. Длительное воздействие

электромагнитного поля (ЭМП) большой интенсивности вызывает сильное стрессовое состояние, сонливость, повышенную утомляемость, головную боль, гипертонию, изменение сердечной мышцы, а также нарушения дыхательной и нервной систем [31].

В рассматриваемом рабочем помещении постоянное воздействие электромагнитного излучения на человека происходит за счет естественных источников (атмосферное электричество, космические лучи, излучение солнца и т.п.) и за счет искусственных источников: монитор компьютера, источник питания компьютера. При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) указаны в таблице 25. Они нормируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [32].

Таблица 31 - Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Во время работы над исследованием допустимые уровни ЭМП не были превышены.

5.2.3 Освещенность

Комфортные условия труда во многом зависят от освещения помещений. Рациональное освещение повышает безопасность работ и производительность труда. Несоответствие нормативным показателям освещения или неправильная установка источников света могут быть причиной быстрой утомляемости работающих, а также несчастного случая.

Производственное освещение предназначено для создания необходимой освещенности на рабочих местах:

1) Освещенность на рабочих местах должна соответствовать характеру зрительной работы.

2) На рабочих местах должно быть обеспечено равномерное распределение яркости на рабочей поверхности.

3) На рабочих поверхностях не должно быть резких теней, так как они искажают размер и форму объекта.

4) Освещение должно быть таким, чтобы отсутствовала блёсткость, нарушающая зрительные функции.

В зависимости от природы, источники света (энергии) подразделяют:

1) Естественное

2) Искусственное

3) Совмещенное

Естественное и искусственное освещение нормируется [33] в зависимости от характеристики зрительной работы, принятой системы освещения и других факторов. В процессе исследования большая часть работ проводилась в помещении перед дисплеем ЭВМ. Следовательно, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", освещенность должна составлять от 300 до 500 Лк.

Расчет искусственного освещения

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Габаритные размеры лаборатории: длина -6 м, ширина -4 м, высота -4 м.

Для научно-исследовательской лаборатории нормированная освещенность $E_{\min} = 300$ лк, а коэффициент запаса $K_3 = 1,5$ (так как помещение относится к помещениям с малым выделением пыли).

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$. Размещение светильников в плане и разрезе помещения определяется следующими размерами:

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_c = 0 \dots 0,5$ м (при высоте помещения 10 м допускается увеличивать высоту свеса до 1 м);

$h_n = H - h_c$ – высота светильников над полом;

h_p – высота расчётной поверхности над полом ($h_p = 0,8$ м);

$H_p = h_n - h_p$ – расчётная высота.

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью

Приняв $h_c = 0,4$ м, получаем:

$$h = 4 - 0,4 - 0,8 = 2,8 \text{ м} \quad (1)$$

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,8 = 3,92 \text{ м} \quad (2)$$

Оптимальное расстояние от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать:

$$l = L / 3 = 3,9 / 3 = 1,3 \quad (3)$$

Для светотехнического расчёта основного помещения будем применять метод коэффициента использования светового потока.

Размещаем два светильника в один ряд типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 40 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 4$. Находим индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{6 \cdot 4}{2,8 \cdot (6 + 4)} = 0,86 \quad (4)$$

В данном помещении светильники типа ОД – 2-40, тогда при $i = 0,86$ и коэффициентах отражения ($\rho_{\Pi} = 50\%$, $\rho_{\text{С}} = 30\%$,) по [34] определяем значение коэффициента использования светового потока – $U = 0,43$.

Световой поток:

$$\Phi = \frac{E_{\text{MIN}} \cdot K_3 \cdot S \cdot \mu}{n \cdot U}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент неравномерности светового потока, 1,1-1,15; S — площадь освещаемой поверхности, м^2 ; K_3 – коэффициент запаса; n – количество ламп в помещении; E_{MIN} – освещённость, Лк; U – коэффициент использования светового потока, значение которого определяют по справочнику, исходя из значения параметра "i".

Расчётный световой поток должен лежать в пределах (-10%.., +20%).
Основное помещение: $A=6$ м; $B=4$ м; $H_p=4$ м; $E_{\text{MIN}}=300$,Лк; $K_3=1,5$.

В данном помещении светильники типа ОД, тогда при $i = 0,86$ и коэффициентах отражения ($\rho_{\Pi} = 50\%$, $\rho_{\text{С}} = 30\%$), значение коэффициента использования светового потока – $U = 0,43$. Количество ламп принимаем $n = 4$.

Требуемый световой поток равен по формуле (18):

$$\Phi_{\text{тр}} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,43} = 6907. \quad (6)$$

По [34] выбираем лампы типа ЛХБ. Световой поток лампы равен $\Phi_{\text{л}}=8000$, лм, мощность 125 Вт.

Определяем погрешность:

$$\Delta = \frac{\Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{тр}}}{\Phi_{\text{тр}}} \cdot 100\% = \frac{8000 - 6907}{6907} \cdot 100 = +15,8\%, \quad (7)$$

условие – $10\% < \Delta = +15,8\% < +20\%$ выполняется.

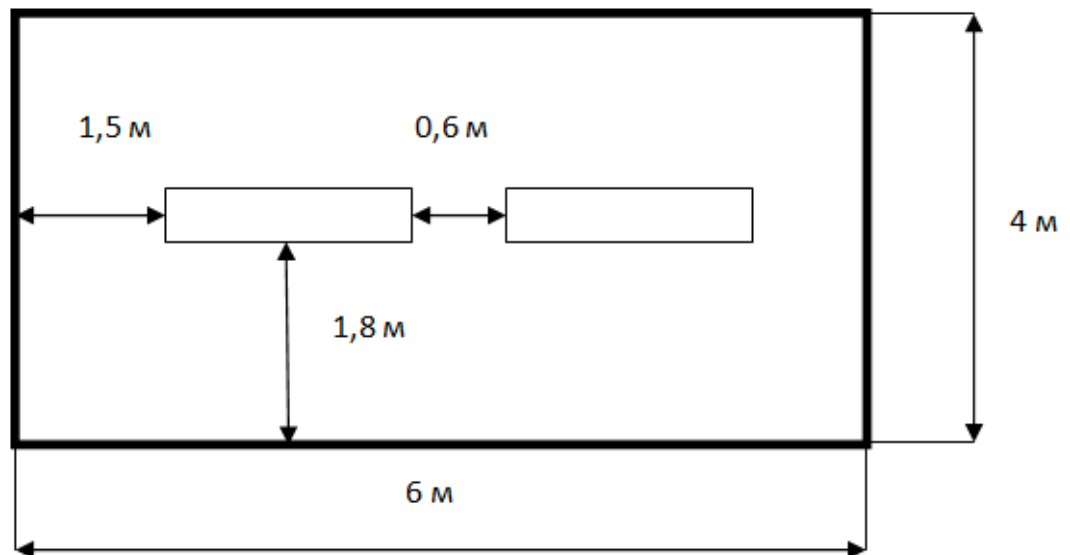


Рисунок 3 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

5.2.4 Шум и вибрация

Шум — это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека, мешающих его работе и отдыху.

Вибрация – это механические колебания, которые неблагоприятно влияют на организм человека. Вибрация вызывает смещения органов тела, нарушения деятельности нервной системы, вестибулярного аппарата и т.д.

Длительное воздействие на организм человека шума и вибрации приводит к развитию хронического переутомления, способствует развитию общих и профессиональных заболеваний, снижению слуха, нарушениям со стороны центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы человека [31].

В научно-исследовательской лаборатории основными источниками шума являются офисная техника (компьютеры, мониторы, принтер) и работающие люминесцентные лампы. Кроме этого шум проникает через открытые проемы форточек, окон и дверей, но при этом уровень шума не превышает допустимого уровня.

Если уровень шума превышает допустимый, то необходимо будет воспользоваться индивидуальными средствами защиты. Средства индивидуальной защиты органов слуха работающих установлены [35]; это противошумные шлемы, наушники, заглушки, вкладыши. Они эффективно защищают организм от раздражающего действия шума, предупреждая возникновение различных функциональных нарушений и расстройств, если правильно подобраны и систематически используются.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест. В рассматриваемой лаборатории источники вибрации отсутствуют.

5.2.5 Электробезопасность

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [36].

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электрическое, механическое и биологическое действие. Термическое действие тока проявляется ожогами отдельных участков тела, нагревом до высокой температуры органов, расположенных на пути тока, вызывая в них значительные функциональные расстройства. Электрическое действие тока выражается в разложении органической жидкости, в том числе крови, в нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Биологическое действие тока проявляется раздражением и возбуждением

живых тканей организма, а также нарушением внутренних биологических процессов [31].

В лаборатории имеются различные электрические приборы и установки (ПВЭМ, анализатор ТА-Fe, ТА-Mn и магнитные мешалки), которые имеют опасность поражения электрическим током работающих в данной лаборатории людей. Для предотвращения электрического поражения необходимо исключить следующие ситуации:

- случайные прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования в результате повреждения изоляции или других причин;
- появление напряжения на отключённых токоведущих частях, на которых работают люди, в результате ошибочного включения;
- возникновения напряжения на поверхности земли или на опорной поверхности.

Эксплуатация приборов должна соответствовать “Правилам технической эксплуатации” электроустановок.

В целях безопасности при работе в лаборатории запрещается:

- открывать крышку мониторов и системных блоков компьютеров;
- трогать находящиеся под крышкой монитора детали;
- использовать для подключения нестандартные разъемы;
- проводить ремонт приборов при включённом состоянии;
- оставлять прибор во включённом состоянии на длительное время.

При этом необходимо:

- при завершении работы все питание в лаборатории следует отключить.

Согласно требованиям электробезопасности ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ.«Электробезопасность», всё электрооборудование и приборы должны

находиться на специально отведенных местах и заземлены. Все необходимые правила по электробезопасности в лаборатории учтены.

5.2.6 Пожарная безопасность

Понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случаях его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения. В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара. Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения со взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противогазом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории. Курить в помещениях лаборатории строго запрещается. Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки. Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках. Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, газ и воду во всех помещениях.

Каждый сотрудник лаборатории, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону;

- поставить в известность начальника лаборатории, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара;

- принять меры по ограничению распространения огня и ликвидации пожара [31].

Помещение научно-исследовательской лаборатории соответствует требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и имеет средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

5.3. Экологическая безопасность

5.3.1 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

«Охрана окружающей среды» (ООС) разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01-95 «По разработке раздела проектной документации». При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды.

В ходе практической части работы образуются твердые отходы в виде бумаги для фильтрования «синяя лента».

При анализе воздействия на атмосферу и литосферу вредных выбросов, отходов не обнаружено. Негативное воздействие на гидросферу осуществляется путем сброса модельных растворов, загрязненных ионами тяжелых металлов, после очистки их сорбентами в центральную систему водоотведения. В ходе практической части работы образуются твердые отходы в виде бумаги для фильтрования «синяя лента», которая в дальнейшем утилизируется как бытовой отход. Предельно допустимые концентрации в сбрасываемых сточных водах соответствуют.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь

или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [37].

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

. Выделяют следующие возможные чрезвычайные ситуации:

- внезапное обрушение здания – чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, при нарушении правил эксплуатации здания, нарушений правил монтажа зданий, а также вследствие техногенной или природной чрезвычайной ситуации;
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения – водопроводных, канализационных, электроэнергетических и тепловых сетях;
- пожар – вышедший из-под контроля процесс горения, создающий угрозу жизни и здоровью людей и уничтожающий материальные ценности;
- взрыв – горение, сопровождающееся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.

5.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией для данного помещения является пожар.

Требования пожаро - и взрывобезопасности оборудования устанавливаются с учетом значений пожаро – и взрывобезопасности материалов и веществ, применяемых в конструкциях и при проведении технологических процессов [38]. В соответствии с [38] пожаро - и взрывобезопасность должны обеспечиваться:

- системой предотвращения пожара;

- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Предотвращение инициации пожара должно достигаться:

- предотвращением образования горючей среды;
- предотвращением образования в горючей среде (или внесения в неё) источников зажигания.

В случае возникновения пожара в помещении лаборатории необходимо:

- сообщить о возгорании пожарной охране;
- доложить ответственному за пожарную безопасность лаборатории;
- обесточить действующие в лаборатории электроприборы и установки;

- до прибытия пожарной команды приступить к тушению пожара имеющимися в лаборатории подручными средствами (огнетушители углекислотные);

- для встречи пожарной команды выделяется сотрудник лаборатории, способный правильно доложить об обстановке, указать пожарной команде направление движения, указать место нахождения наиболее опасных участков помещений;

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо поддерживать порядок в помещении, не допускать нагромождения пожароопасных веществ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системой предотвращения пожара ГОСТ 12.1.044–89, системой пожарной защиты ГОСТ 12.1.044–89.

Пожарная безопасность помещения обеспечивается следующими мерами:

- регулярное проведение инструктажа сотрудников по технике безопасности;
- наличие плана эвакуации людей при возникновении пожара;
- автоматическая пожарная сигнализация (совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в

заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты) и телефонная связь с пожарной охраной;

- наличие средств пожаротушения (огнетушители), пожарный инструмент, песок[39].

5.5 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

5.5.1 Организационные мероприятия

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом. Проверка знаний правил техники безопасности проводится начальником лаборатории после обучения на рабочем месте. Проверяемый заносится в специальный журнал и отмечается после проверки знаний техники безопасности. Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием.

5.5.2 Технические мероприятия

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

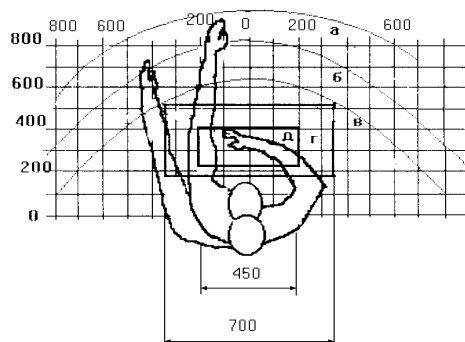


Рисунок 4 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости рук;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук: дисплей персонального компьютера размещается в зоне а (в центре); клавиатура - в зоне г/д; системный блок размещается в зоне б (справа); документация: в зоне легкой досягаемости ладони – в (слева) - литература и документация, необходимая при работе; в шкафу для хранения - литература, которая не используется постоянно, но нужна при возникновении внештатных ситуаций.

Сотрудники лаборатории работают 40 часов в неделю и имеют отпуск в 30 календарных дней. Доплаты и компенсации не предусмотрены.

Заключение

В данной работе проведено исследование сорбционных характеристик природного минерального сорбента сланца различного месторождения.

На основе анализа методов очистки подземных вод для исследований выбран сорбционный метод, а в качестве сорбентов – природный минерал сланец.

Результаты снижения уровня жесткости воды с применением минерала сланца различных месторождений показали возможность использования нескольких образцов. Образцы из Черного моря, Сочи, Абхазии позволяют снизить уровень жесткости воды до 40,85, а образцы из Геленджика и Китая, наоборот, способствуют повышению уровня жесткости на 4,5–22,4%.

Результаты исследований сорбционной очистки модельных растворов, выполненные в статических условиях, показали, что степень очистки от ионов железа двухвалентного на сланце из Черного моря составила 46,8–99,6%, из Геленджика 55,6–98,7%, из Абхазии 59,2–99,7%, из Сочи 41,6–96,9%, из Китая 41,3–93,9%.

Изучение сорбционных характеристик минерала сланца различных месторождений по отношению к ионам марганца показали эффективность удаления из модельного раствора ионов марганца до 85 %.

В качестве рекомендации по совершенствованию метода очистки природным сорбентом – модификация минерала сланца для более эффективного применения в обезжелезивании и деманганаии вод.

Список публикаций

1. Масс-спектрометрическое исследование газообразных продуктов термоокислительной деструкции эпоксидных полимеров [Электронный ресурс] / П. Б. Бухарева, О. Б. Назаренко, П. М. Висак // Информационные технологии неразрушающего контроля : сборник научных трудов Российской школы конференции с международным участием, Томск, 27-30 октября 2015 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 192-195].
2. Использование природного глауконита для очистки воды из реки Ушайка [Электронный ресурс] / П. Б. Бухарева [и др.] // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность : материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции, 2-4 декабря 2015 г., Томск 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) [и др.] ; ред. кол. В. В. Литвак [и др.]. — 2015. — Т. 2. — [С. 113-116].
3. Влияние борной кислоты на газообразные продукты термоокислительной деструкции эпоксидных композитов / П. Б. Бухарева, Т. В. Мельникова ; науч. рук. О. Б. Назаренко // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Л.П. Кулёва, Томск, 25-29 мая 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 2. — [С. 256-258].
4. Исследование свойств модифицированного сорбента на основе цеолита / П. Б. Бухарева [и др.] // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность : материалы XXI Всероссийской научно-технической

- конференции, 2-4 декабря 2015 г., Томск : в 2 т. — Томск : СКАН, 2015. — Т. 2. — [С. 295-297].
5. Исследование сорбционной очистки сточных вод гальванического производства ОАО "Манотомь" / П. Б. Бухарева, А. Ю. Баталова, Д. В. Мартемьянов ; науч. рук. О. Б. Назаренко // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XVII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулёва, посвященной 120-летию Томского политехнического университета, 17–20 мая 2016 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 455-456].
 6. Очистка сточных вод гальванического цеха на природных минералах / П. Б. Бухарева, А. Ю. Баталова, Д. В. Мартемьянов ; науч. рук. О. Б. Назаренко // Неразрушающий контроль : сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г. : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 3. — [С. 56-58].
 7. Очистка водопроводной воды с использованием малой водоочистной системы/ И.В. Мартемьянова, Е.В. Плотников, П.Б Бухарева //Сборник статей Международной научно- практической конференции 20 октября 2016г Инновационные технологии научного развития [С. 31-33]
 8. Определение характеристик различных ионообменных смол при извлечении солей жесткости из водных сред/ Вахрушев Е.В., Тябаев А.Е., Денисенко Е.А., Бухарева П.Б., Кутугин В.А., Мосолков А.Ю., Мартемьянов Д.В., Казанцев С.О., Мартемьянова И.В., Власов В.А., Немцова О.А., Сыромотина Е.С., Толмачёва Т.П., Короткова Е.И./ Сборник материалов XIII Международная научно-практическая

конференция, г. Махачкала, 30 сентября 2016 г. «НАУЧНЫЙ ПОИСК В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ» [С. 11-14]

9. Исследование сорбционных свойств песка при извлечении ионов $AS3+$ и $PB2+$ из водных растворов/ Вахрушев Е.В., Тябаев А.Е., Денисенко Е.А., Бухарева П.Б., Кутугин В.А., Мосолков А.Ю., Мартемьянов Д.В., Казанцев С.О., Мартемьянова И.В., Плотников Е.В., Сыромотина Е.С., Толмачёва Т.П. // Сборник материалов XIII Международная научно-практическая конференция, г. Махачкала, 30 сентября 2016 г. «НАУЧНЫЙ ПОИСК В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ» [С. 7-11]

Список использованных источников

1. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экотоксикология и проблемы нормирования / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
2. Минерал сланец в процессах очистки воды Сыромотина Е.С., Мартемьянов Д.В, Мартемьянова И.В., Хайдарова Р.Ф./Научный журнал с.154-156
3. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
4. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»
5. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп: Справ.изд./ Под ред. В.А. Филова и др. — Л.: "Химия", 1989.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб.пособие - Л.: Гидрометеоиздат, 1989.
7. Введение в защиту окружающей среды: учебное пособие / В.Ф. Панин, С. В. Романенко, А.А. Сечин, А.И. Сечин; Томский политехнический университет, 2011. – 176 с.
8. Техника защиты окружающей среды / Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
9. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. - Л.: Химия, 1977. - 463 с.
10. Филатова Е.Г., Соболева А.А., Дударев В.И., Помазкина О.И. Электрокоагуляционная очистка сточных вод гальванического производства

от ионов никеля // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2;

11. Ветошкин А.Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды Учебное пособие.– Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - с. Ветошкин. Теоретические основы защиты ОС

12. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. - М.: Химия, 1996. – 345 с.

13. Колесников В.П., Вильсон Е.В. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях: Под ред. Академика ЖКХ РФ В.К. Гордеева-Гаврикова. Ростов-на-Дону: Юг, 2005 -212 с.

14. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.

15. Алыков Н.М., Павлова А.В., НгуэнКхань Зуй. Сорбционное удаление из воды ионов тяжелых металлов // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 4. – С. 17–20.

16. Морозов Д.Ю., Шулаев М.В., Храмова И.А., Хабибуллина Л.И. Исследование адсорбции очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов // Химическая промышленность. – 2007. – Т. 84. – № 3. – С. 141–144.

17. Нестеров А.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод сочетанием экстракционных и адсорбционных методов: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Иваново, 2008. – 16 с.

18. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 591с.

19. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск :УЛГТУ, 2011. – 201 с.

21. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.

22. Wang S., Peng Y. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment // Chemical Engineering Journal. –2010. – V.156. – № 1. – P. 11–24

24. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлева, Ю.В. Воронова. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.

26. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

27. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: Учебное пособие. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.

28. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 644 (ред. от 05.01.2015) "Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации".

29. Гигиенические требования к микроклимату жилых помещений [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.irbis.vogu.ru/repos/12370/HTML/64.htm>

30. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997.

31. Безопасность жизнедеятельности: учебник для высших учебных заведений Министерства образования и науки РФ // В.Н. Азаров, А.И. Ажгиревич, В.А. Грачёв и др.; под общ.ред. В.В. Гутенёва. – М. – Волгоград: ПринТерра, 2009. – 512с.

32. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

33. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003.

34. ГОСТ 6825-91 (МЭК 81-84) "Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения"

35. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

36. ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

37. ГОСТ Р 22.0.02-94* «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения»

38. ГОСТ Р 12.1.004-91"Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования"

39. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

Приложение А
(обязательное)

Раздел 1

Литературный обзор

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Бухарева Полина Борисовна		

Консультант кафедры ЭБЖ _____:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.т.н		

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков физико-технического института

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ИЯФТ	Данейкина Наталья Викторовна	К.ф.н		

Literature review

Types of freshwater pollution

There are several natural contaminants. Located in the ground aluminum compounds fall in freshwater reservoirs as a result of chemical reactions. Floods washed out of the soil of meadows magnesium compounds, which cause great damage to fish stocks.

However, natural contaminants amount is insignificant in comparison with the manufactured man. Every year thousands of chemicals with unpredictable effects enter the water basins, many of which are new chemical compounds. In the water, high concentrations of toxic heavy metals (such as cadmium, mercury, lead, chromium), pesticides, nitrates and phosphates, petroleum products, Surfactants (Surfactant), medications and hormones which may also get into the drinking water. As is known, annually up to 12 million tons of oil fall into the seas and oceans.

A certain contribution to the increase in the concentration of heavy metals in water is made by acid rains. They are able to dissolve in the ground minerals, which leads to an increase in the content of water ions of heavy metals. From nuclear power plants in the cycle of water in nature fall radioactive waste.

Discharge of untreated sewage In water sources leads to microbiological contamination of water. According to the World Health Organization (WHO), 80% of the world's diseases are caused by inappropriate quality and unsanitary water. In rural areas, the problem of water quality is particularly acute - about 90% of all rural people in the world are constantly using to drink and bathe polluted water.

Pollutants enter fresh water in various ways:

- As a result of accidents, deliberate discharges of waste, spills and leaks.
- An increasing threat to freshwater reservoirs is represented by sewage discharged by hatcheries, due to the widespread use of pharmaceuticals to combat fish diseases.
- Rapid pollution of groundwater around cities. Source - increasing the number of polluted wells due to improper operation.

- Forestry and open drain - source of large quantities of substances entering the fresh water, primarily iron, aluminum and cadmium. With the growth of trees, the acidity of forest soil increases, and heavy rains form very acidic runoff, harmful to wildlife.
- Once in the river, slurry can cause a serious environmental disaster, as its concentration is 100 times greater than that of wastewater treated in sewage treatment plants.
- Atmospheric pollution of fresh water is particularly harmful. There are two kinds of such pollutants: coarse (ash , soot , dust and liquid droplets) and gases (sulfur dioxide and nitrogen dioxide). All they - industrial products, or s / s activities. When these gases are combined with water, concentrated acids are formed in raindrop - sulfuric and nitric.

In the process of operation of large plants, industrial effluents are discharged into fresh water, the composition of which is replete with various kinds of heavy metals. Many of them, getting into the human body, have a detrimental effect on it, leading to severe poisoning, death. Such substances are called xenobiotics, elements that are foreign to a living organism.

Pollution by radioactive substances

The development of the nuclear industry has caused significant harm to all life on the planet, including freshwater ponds. In the process of nuclear enterprises, radioactive isotopes are formed, as a result of the decay of which particles with different penetrating powers (alpha, beta, and gamma particles) are released. All of them are capable of inflicting irreparable harm to living beings, since when they enter the body, these elements damage its cells and contribute to the development of cancer.

Sources of pollution can serve as: atmospheric precipitation, falling out in areas where nuclear tests are conducted; Wastewater discharged to the pond by nuclear industry enterprises. Vessels operating with the use of nuclear reactors (in case of an accident).

Pollution by inorganic substances

The main inorganic elements that degrade water quality in water bodies are compounds of toxic chemical elements. These include toxic compounds of metals, alkalis, salts. As a result of the ingress of these substances into the water, its composition changes, it becomes unsuitable for use by living organisms. The main source of pollution are sewage from large enterprises, factories, mines. Some inorganic contaminants increase their negative properties, being in an acidic environment. Thus, acid waste water from the coal mine carries aluminum, copper, zinc in concentrations that are very dangerous for living organisms. An example is the ecological problems of the Azov Sea.

Pollution by sewage

Every day a huge amount of water from the sewage drains enters the reservoirs. There is a lot of pollutants in such water. These are particles of detergents, small residues of food and household waste, feces. These substances in the process of their decomposition give life to numerous pathogenic microorganisms. Getting them into the human body can provoke a number of serious diseases, such as dysentery, typhoid fever. From large cities, such drains fall into rivers, then the seas and the ocean.

Pollution by synthetic fertilizers

The synthetic fertilizers used by man contain many harmful substances, such as nitrates and phosphates. Their entry into the reservoir provokes excessive growth of a specific blue-green alga. Growing up to a huge size, it prevents the development of other plants in the pond, while the alga can not serve as food for living organisms that live in water. All this leads to the disappearance of life in the pond and its swamping.

Pollution by heavy metals

One of the strongest in terms of action and the most common chemical pollution is pollution of the environment by heavy metals. Heavy metals, getting into the body, remain there forever, you can only withdraw them with the help of milk proteins. Reaching a certain concentration in the body, they begin their

disastrous effect - cause poisoning, mutations. In addition, they themselves poison the human body, they also purely mechanically clog it - heavy metal ions settle on the walls of the finest body systems and clog the kidney canals, channels of the liver, thus reducing the filtration capacity of these organs. Accordingly, this leads to accumulation of toxins and products of vital activity of cells of our body, i.e. Self-poisoning of the body, tk. It is the liver that is responsible for processing poisonous substances that enter our body, and the products of the body's vital activity, and the kidneys are responsible for removing them from the body.

Sources of heavy metals are divided into natural (weathering of rocks and minerals, erosion processes, volcanic activity) and man-made (mining and processing of minerals, fuel combustion, traffic, agricultural activities).

Part of the man-made emissions entering the natural environment in the form of fine aerosols is transported over considerable distances and causes global pollution.

The other part enters the drainage reservoirs, where heavy metals accumulate and become a source of secondary pollution, i.e. The formation of dangerous contaminants in the course of physical and chemical processes that occur directly in the medium (for example, the formation of toxic phosgene from non-toxic substances).

Heavy metals accumulate in the soil, especially in the upper humus horizons, and are slowly removed during leaching, plant consumption, erosion and deflation-soil blowing. The period or removal of half of the initial concentration is a long time: for zinc, from 70 to 510 years, for cadmium from 13 to 110 years, for copper from 310 to 1500 years and for lead from 740 to 5,900 years. In the humus part of the soil, the primary transformation of the compounds that enter it occurs.

In addition, heavy metals have a high ability for a variety of chemical, physico-chemical and biological reactions. Many of them have variable valence and participate in redox processes. Heavy metals and their compounds, like other chemical compounds, are able to move and redistribute in the environments of life,

i.e. migrate. Migration of heavy metal compounds occurs largely in the form of an organo-mineral component. Part of the organic compounds to which metals bind, is represented by products of microbiological activity. Mercury is characterized by the ability to accumulate in the links of the "food chain". Soil microorganisms can produce mercury-resistant populations that convert metallic mercury to toxic substances for higher organisms. Some algae, fungi and bacteria are able to accumulate mercury in cells.

1.3 Basic methods of water treatment

A variety of different pollutants generates no less variety of ways of water purification from them. Nevertheless, they can all be divided into groups according to the principle of action. Each of the groups of methods includes a number of specific options for implementing the cleaning process and its hardware design. It is also necessary to take into account that water purification, as a rule, is a complex task that requires for its solution a combination of different methods for achieving maximum efficiency. The complexity of the purification problem is determined by the nature of the contamination - usually a number of substances that require different approaches are used as undesirable components. Purification plants based on one method are usually found in cases where water is predominantly contaminated with one or more substances, the effective separation of which is possible in a single process. As an example, we can cite the waste water of various industries, where the chemical and quantitative composition of the pollutants is known in advance and does not differ widely.

1.2.1 The physical water treatment methods to split the information into subsections

At the heart of the work of physical methods of water treatment are various physical phenomena that are used to affect water or the contaminants contained in it. In the purification of large volumes of water, these methods are used primarily

to remove sufficiently large solid inclusions and act as a preliminary stage of coarse purification, designed to reduce the load for subsequent stages of fine cleaning. At the same time, there are a number of physical methods that can perform deep water purification, but, as a rule, the productivity of such methods is small.

The main physical methods of water purification include:

- straining;
- Upholding;
- Filtration (including centrifugal);
- Ultra-violet processing.

The percolation is the transmission of purified water through various grids and screens, where large pollutants are trapped. This method refers to rough cleaning and often acts as a preliminary stage. Its purpose is to remove easily separated contaminants from the treated water to reduce the load on the treatment plant and ensure the operability of subsequent fine-cleaning plants that could fail due to large mechanical inclusions.

Defending is the separation of some of the mechanical impurities from the water under the influence of gravitational forces that cause the particles to fall to the bottom, forming a sediment. Defecation can act as both a preliminary stage of purification, on which the largest pollutants are separated, and as intermediate stages. This process is carried out in settling tanks - reservoirs equipped with sludge removal devices, the residence time of water in which is calculated from the condition of complete precipitation of all pollutants that must be separated.

Filtering is based on the passage of the water to be purified through a porous layer of filter material, on which particles of a certain size are detained. By its principle, filtration is similar to filtering, however, it can be used for both coarse and fine cleaning. Filtering allows the removal of pollutants such as sludge, sand, scale, as well as various solid inclusions of several microns in size. In addition,

with the help of filtration, organoleptic qualities of water can be improved. Mechanical filtration has become widespread, both in large water treatment plants and in low-productivity household filters.

Ultraviolet disinfection of water, although it does not directly purify itself, but is actively used in the process of water treatment, consists of treating the already purified water with the ultraviolet part of the light spectrum (in particular, a wavelength range of 200-400 nm) invisible to the human eye for the purpose of disinfection water. The death of living organisms under this radiation occurs primarily due to damage to DNA and RNA molecules, which is caused by photochemical reactions arising in their structure. The advantages of this method of decontamination is the independence of the process from the composition of water and the preservation of this composition after UV treatment. Nevertheless, it is necessary to take into account the presence in the water of solid impurities capable of exerting a shielding effect with respect to radiation.

1.2.2 Chemical methods of water purification

The purification methods of this group are based on the chemical interaction of certain substances (reagents) with contaminants, as a result of which the latter either decompose into non-hazardous components, or go into a different state (for example, form insoluble compounds falling into the sediment to be separated). Despite not a huge variety of possible pollutants and chemical reactions into which these pollutants can enter, a number of methods of purification are distinguished, which are fundamentally different in the type of chemical interaction:

- neutralization;
- oxidation;
- Recovery.

Neutralization consists, as the name suggests, of the neutralization process, in which the acid-base balance is equalized by the interaction of acids and alkalis,

followed by the formation of appropriate salts and water. Neutralization is carried out either by mixing the water to be purified with an acidic and alkaline medium, or by adding reagents that create a reaction medium (acidic or alkaline) in water. To neutralize acidic waste water, ammonia water (NH_4OH), sodium and potassium hydroxides (NaOH and KOH), calcined soda (Na_2CO_3), calcareous milk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), etc. are usually used. In the case of alkaline wastewater, various acid solutions are used, as well as acid gases containing oxides such as CO_2 , SO_2 , NO_2 , etc. As acid gases, exhaust gases are usually used that pass through the water to be purified, while the process of purification of the gases themselves from solid inclusions is also carried out.

Oxidation and reduction is also used to purify water from various pollutants, although in practice the ratio of their use is strongly biased towards oxidants. Despite the parallel oxidation and reduction processes taking place in the neutralization reaction, this method is characterized by using much stronger oxidants and reducing agents, since the target pollutants simply do not react with the substances used in the neutralization treatment method. With their help, detoxification of various toxic substances and also substances that are difficult to extract from water by other methods are carried out. By carrying out oxidation reactions, the conversion of toxic pollutants to less toxic or non-toxic forms is achieved. Also, due to the use of strong oxidants, the death of microorganisms is achieved, resulting from the oxidation of their cellular structures. Chlorine-containing oxidants are mainly used: chlorine gas (Cl_2) and various chlorine compounds, such as chlorine dioxide (ClO_2), potassium, sodium and calcium hypochlorides (KClO ; NaClO ; $\text{Ca}(\text{ClO})_2$). In addition, I use hydrogen peroxide (H_2O_2), potassium permanganate (KMnO_4), ozone (O_3), air oxygen (O_2), potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), etc.

1.2.3 Biological water treatment methods

As the name implies, the purification methods of this group are based on the use of living organisms. Despite the obviousness of the method, biological

treatment is the most advanced and promising direction in wastewater treatment. To perform the process, bacteria of various species are usually used, but also it can be lower mushrooms and algae, protozoa and even some multicellular ones, such as red worms and bloodworms. One of the features of the biological purification method is the possibility of selecting certain organisms for optimal wastewater treatment given chemical composition. Thus nitrofitsiruyuschie bacteria such as Nitrobacter and Nitrosomonas, are able to oxidize nitrogen compounds in the process of feeding, and phosphate accumulating organisms used for water purification from phosphorus.

The accumulation of microorganisms used in the biological purification is called activated sludge. It is a dark brown or black slurry with earthy odor which forms on standing settling flakes. With this activated sludge may be relatively easily separated from water after the cleaning process. Microorganisms themselves, as a rule, are in the activated sludge is not alone, but as part of the colonies, called zoogloes. Depending on the composition of water being treated and the conditions of the purification process zoogloes may have different shapes: spherical, tree etc.

In general, all used in biorefining microorganisms can be divided into two large groups, which determine the nature of the process: aerobic and anaerobic. Aerobic organisms consume oxygen in the process of power they need to substances oxidation. In turn anaerobic organisms do not need oxygen. For purification process, the use of microorganisms of a particular type determines the nature of the process and the necessary equipment for its implementation.

Biological treatment can be carried out under the following conditions

- biological ponds;
- filtration fields;
- biofilters;
- aeration (oksitenki);
- Digestion tanks .

In the first two cases used very simple structure. Biological pond - a natural or artificial body of water with usually natural aeration, wherein activated sludge microorganisms dwell.

filtering field represents a patch of soil (sand, clay, loam or peat), via which the water filtering and its purification due to microorganisms contained in soil. Facilities of this type are unable to work with the highly contaminated water at high flow rate. At the same time, they require almost no maintenance costs and constant monitoring by humans.

Biofilter - a structure in which cleaning water is carried out by filtration through a bed of charge material coated with a layer of aerobic microorganisms, also called biofilm. To provide a sufficient amount of oxygen necessary organisms for the biodegradation of pollutants, air distribution system is provided. However, the aeration can be carried out naturally.

Aeration is more complicated treatment plant, wherein the aeration is carried out artificially. According to the description, it is purified by aerobic microorganisms. Before being fed to the aeration tank water is pre-mixed with activated sludge. The aeration in the aeration tank not only saturates oxygen environment, stimulating biodegradation processes contaminants but also provides additional mixing. Typically, the air used for aeration, but in the case oksitenkov used instead technical oxygen, which greatly increases the efficiency of the process.

Biological treatment of wastewater by anaerobic organisms, advantageously carried out in digesters. A distinguishing feature of such purification is the lack of need for oxygen and biogas production as waste products of anaerobic bacteria. Also in the digester it is typically not supplied water itself, and drop down in the sumps concentrated precipitate to be subjected to fermentation. additional heating can be provided for intensifying the process of fermentation in the digester. Thus isolated mesophile fermentation conducted at 30-35 ° C, and thermophilic fermentation conducted at 50-55 ° C. Anaerobic

decomposition process itself is rather complex and proceeds in several stages and in the final stage, the formation of methane, which is an environmentally friendly fuel.

1.2.4 Physical and chemical methods of water purification

As the name suggests, water treatment methods of this group combine chemical and physical effects on water pollutants. They are quite diverse and are used for the removal of a variety of substances. Among them dissolved gases, fine liquid or solid particles, heavy metal ions, and various substances in the dissolved state. Physicochemical methods can be used as a preliminary purification stage and the later stages for deep cleaning.

A variety of methods in this group is large, so the most common of these are given below:

- flotation;
- sorption;
- extraction;
- ion exchange ;
- electro dialysis;
- reverse osmosis;
- thermal methods.

Flotation, in relation to water treatment, is a process of separating the hydrophobic particles by passing water through a large number of gas bubbles (usually air). Indicators wettability separated contaminant such that the particles are fixed on the surface of the bubble partition phases and with them rise to the surface where they form a foam layer, which can be easy removed. If detachable particle is larger in size than bubbles, then they together (particle + vesicles) form the so-called flotokompleks. Often flotation combined using chemical reagents, e.g., pollutant sorbed onto the particles, thus achieving reduction of its wettability or non-coagulants and conductive particles to coarsen removed. Flotation is

preferably used for purification of water from petroleum and various oils, but also can be removed solid impurities, the separation of which other methods ineffective.

Purification of water by the solvent extraction is to use extractants. With regard to water treatment, extractant - it is immiscible, or a little water-miscible liquids, significantly more soluble in itself derived from water pollutants. The process is performed as follows: treated water and mixed for development extractant large phase contact surface, whereupon they are redistributed dissolved contaminants, the majority of which goes into the extractant, and then the two phases are separated. Saturated recoverable contaminants extractant called extract and purified water - raffinate. Next the extractant can be disposed of or regenerated depending on the process conditions. This method of water removed predominantly organic compounds such as phenols and organic acids. If extractable substance is a certain value, it is instead of recycling after regeneration of the extractant can be usefully used for other purposes. This fact contributes to the use of an extraction method to clean wastewater enterprises for extraction and subsequent use or return to the production of a number of substances that are lost to runoff.

Ion exchange is primarily used in water treatment with the aim of softening, i.e. removal of hardness salts. The essence of the process is the ion exchange between water and a special material called ion exchanger. Ion exchangers are divided into cation and anion exchangers depending on the type of exchangeable ions. From the chemical point of view, the ion-exchanger is a macromolecular substance consisting of a frame (matrix) with a large number of functional groups capable of ion exchange. There are natural resins, such as zeolites and sulpho, which were used in the early stages of development of ion-exchange treatment, but is now widely used synthetic ion exchange resins, significantly exceeding its natural counterparts on the ion exchange capacity. ion exchange purification method is widely used, both in industry and in everyday life. Household ion exchange filters are generally not used for operation with highly

polluted waters, however resource single filter suffices for cleaning large quantities of water, after which the filter must be disposed of. At the same time, when the ion exchange water treatment material often be regenerated using solutions with a high content of H^+ ions or OH^- .

Electrodialysis is a comprehensive method that combines membrane and electrical processes. It can be used to remove various ions from the water and conduct desalting. In contrast to conventional membrane processes in electrodialysis using special ion-selective membrane permeable only ions of a certain sign. Apparatus for carrying out electrodialysis called electrodialysis and represents a number of chambers separated by alternating cation and anion exchange membranes, into which cleaned water flows. In extreme chambers arranged electrodes to which a constant current is supplied. Under the influence of the electric field arising ions begin to move to the electrodes according to their charge until they meet with the ion-selective membrane coincident charge. This leads to the fact that in some cells there is a constant outflow of ions (demineralization chamber), and in others, on the contrary, their accumulation is observed (cell concentration). Spreading streams from different cameras can obtain the desalted and concentrated solution. The undeniable advantage of this method lies not only in purifying water from the ions, but also in the preparation of concentrated solutions of separated substances, which allows to return it back into production. This makes electrodialysis particularly demanded in various chemical plants, where the effluent is lost together with a part of the components and the use of this technique reduces the cost by obtaining a concentrate.

It refers to reverse osmosis membrane processes and is performed under a pressure greater osmotic. Osmotic pressure - excessive hydrostatic pressure applied to the solution, separated by a semipermeable wall (membrane) of the pure solvent, in which stops the diffusion of the pure solvent through the membrane into the solution. Accordingly, when the working pressure is above the osmotic observed reverse transition from the solvent solution, whereby the solute concentration will

increase. In this way it is possible to separate the dissolved gases, salts (including hardness salts), colloidal particles, bacteria and viruses. Also, reverse osmosis allocated to those used to obtain fresh water from sea water. This type of treatment has been successfully used in household conditions, and in waste water treatment, and water treatment.

Thermal methods are based on the effects on the cleaned water to elevated or low temperatures. One of the most energy-intensive evaporation processes is, however, it allows to obtain high-purity water and highly concentrated solution with a non-volatile pollutants. Also the concentration of the impurities may be accomplished by freezing as first begins to crystallize pure water, and only then the remaining part thereof with the dissolved pollutants. Evaporation as freeze crystallization can be carried out - the allocation of impurities in the form of the precipitated crystals from a saturated solution. As an extreme thermal oxidation method is used, when cleaned water is sprayed and exposed to high-temperature combustion products. This method is used to neutralize highly toxic or difficult degradable pollutants.

1.2.5 Sorption methods (to add information about natural minerals as a sorbent)

Sorption methods

Sorption methods are based on selective absorption of contaminants in the surface layer of adsorbent (adsorption) or its volume (absorption). In particular for water adsorption process is used, which can be of a physical and a chemical nature. The difference lies in the method of retaining the adsorbed pollutant: via molecular interaction forces (physical adsorption) or through the formation of chemical bonding (chemical adsorption or chemisorption). Methods of this group are able to achieve high efficiency and to remove water from even small concentrations of contaminants at high costs it, making it preferable as a post-treatment methods in the final stages of the process water and wastewater. Sorption methods may be disposed various herbicides and pesticides, phenols, surface-active substances.

As the adsorbents used substances such as activated carbons, shungite, silica gels, alumina gels and zeolites. Their structure is porous, which considerably increases the specific surface area of the adsorbent per unit volume of it, due to which the process of greater efficiency is achieved. The process itself can be adsorptive purification carried out by mixing the treated water and an adsorbent or by filtering water through a bed of adsorbent. Depending on the material, and sorbing contaminant recovered regenerative process may be (adsorbent used again after regeneration) or destructive when the adsorbent must be disposed of because of the impossibility of its regeneration.

Let us consider some of the natural sorbents.

The zeolite used as a filling for water purification, both the domestic and industrial pollution from, and:

- for clarification and purification of river water;
- in ponds for breeding fish, purifying water from ammonium obezzarazhivaya of virus and bacteria;
- at water treatment plants;
- in basins, increasing by 2 times the duration of the filtration cycle .

Using zeolite filters on water treatment plants and in the domestic environment, bring drinking water quality compliance to health and safety standards. Also cleaned domestic waste water with filling mineral in septic tanks as filters of different types. Subsequently the filter material is subjected to regeneration.

Activated carbon is in contact with water, it absorbs many impurities, particularly chloro, metal salts and microorganisms. This is an effective and extremely multifunctional sorption material.

The properties of the activated carbon due to its pore structure. There are three kinds of pores, based on their sizes, the smallest - a micropore size of less

than 2 nm, mesopores are latter size in the range of 2 - 50 nm and the largest - it macropores larger than 50 nm. It should be noted that depending on the kind of activated carbon may prevail one or another type of pore.

Shungite has this property as a manifestation of the ability to produce active singlet oxygen which is a strong oxidizing agent. This property is called the catalytic. Organic molecules sorbed on the surface tend shungite be oxidized to CO₂ and H₂O by atomic oxygen. It occurs oxidative degradation of organic compounds shungite surface, which leads to the release of adsorbed compounds. Then shungite stone surface again become ready for re-sorption cycle. This unique ability shungite as a cleansing water from the radical nature of the particles, so as to purify water from a number of metals that occurs by oxidation, and transfers insolubilizing due to the fact that water is present in shungite vysokraktivny oxygen.

1.3 Natural slates

1.3.1 General characteristics of natural slates

Batts - a variety of rocks with a parallel (layered) located intergrowths low- or medium-temperature minerals (such as chlorite , actinolite , sericite , serpentine , epidote , muscovite , albite , quartz , staurolite), part of them; they are often stored relict structure.

The history of oil shale formation has at least 300 million years. Most deposits formed during volcanic changes in the ground or on a seabed of deposited silt and clay that pressurized water or mountain ranges transformed into thin laminate layers. The basis of the shale minerals make up dark shades with inclusions of feldspar or quartz. In some species, breed (eg, mica schists) is present in the composition of mica. Different structure and mineral composition of the rock reflected in its physical properties . Mohs hardness index varies from 2 to 6 units. Low coefficient of graphite schist, a high - from orthoclase. A fragile species is also rocks, oil shale, humus consisting of organic substances. Decomposing shellfish and algae secrete large amounts of a hydrocarbon oil shale so quickly ignited and is used as a fuel efficient. Other types of shale fireproof, waterproof,

have a low index of thermal conductivity, are resistant to the adverse effects of external factors and toxic components.

1.3.2 Types of shale

There are many varieties of slate, different color, mineral composition, structure and origin. Coating shale varied, dependent on the presence and amount of minerals and the impurity chemical elements. The most common are considered to be black and gray slates. Black Stone (slate, graphite, carbonaceous) graphite has a pronounced shade with a matt gloss in the deposits formed in the form of smooth, easily breaking away plates. Gray stones have a beautiful gloss oil, so demand in finishing work. In nature, there are also slates brown, green, yellow, beige, gray, gray, purple, red and white shades.

Chemical composition and mineralogical origin are distinguished: Shale - hard rock is dark gray, reaching the black. There are examples of green and red hues. The composition contains microscopic particles of argillaceous rocks such as chlorite and hydromica not degraded in water. Siliceous shale - rock, a dense thin sheets or plates of thin crystalline quartz formations with the possible presence chalcedony. Depending on the amount of impurities is black, gray, red, green or blue-purple. Mica slate - common breed metamorphic origin with a crystalline structure in which the composition is dominated by quartz and mica. Oil shale - a mineral that looks like a petrified clay, highly flammable, has an average density and color, varying over a yellow and gray, often reaching up to black. Chlorite schist - green stone with bright luster, which is based on chlorine.

Paragenesis minerals depends not only on the chemical composition of the formed species, but also largely on the depth at which the process takes place, i.e. - on the thermodynamic conditions. Under the influence of strong dynamic effects rocks are transformed into crystalline schists, retain the ability to easily delaminate or split into plates and tiles (these are, above all, clay, slate and mica schists and gneisses, and others.). If during metamorphism participate thin-sedimentary rocks, and the pressure direction coincides with the direction of the lamination or close to,

crumpling the layers occurs to form many small folds. As a consequence, shale characterized shaliness - the ability to easily split into individual plates. Belong to clastic or metamorphic rocks. Like any morphological term, the concept of slate has a collective character and can refer to a wide variety in terms of the composition of the folded rocks.

The deposits of the mineral deposits of shale rock developed on almost every continent. They are produced in the United States (Colorado, Wyoming and Utah) and Brazil in Central Europe and Mongolia. There are deposits of oil shale in Belarus, Ukraine, Kazakhstan, Estonia and Central Asia. In Russia, significant amounts of shale rock is mined in Siberia, in the Urals, Leningrad, Kostroma and Kirov region, the vicinity of Yekaterinburg, as well as the territories of Chuvashia, Mordovia, Komi Republic and the North Caucasus.

1.3.3 Application shales

Natural slate has qualitative physical and aesthetic properties, so as the fabric used in the interior decoration of residential houses, offices, as well as the facades of buildings. From this construct fireplaces, floors equip and decorate the walls. Despite the high cost of natural stone, it is used in the landscape design for the paving, the device columns, decorative fountains, steps, and other elements. Schist has high strength and low water absorption, so the developed European countries is used for roofing. Shale covering a long period maintains the original form, since due to its structure is capable of self-cleaning of dirt and dust. Slate manufactures exclusive, high-quality dishes, which is gaining rapid popularity not only in the restaurant business, but also in home kitchens. Slate tableware has the original appearance, easy to clean, resistant to shock and hygienic, as the stone is resistant to fungal reproduction in it of bacteria. Oil shale is an effective fuel for furnaces and boilers solid. In the chemical industry shale hydrocarbons is used for producing plastic, bitumen compositions and machine combustible gas. Stone is not used by jewelers, but some magical items (charms or amulets) can serve

decoration. In some, for example, in zolengofenskih shale (dense fine-grained rocks, presumably formed in marine lagoons) typically contain many fossils.