

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка новых видов сорбционных материалов на минеральной основе для извлечения тяжелых металлов из водных сред

УДК 661.183.4:628.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Слепнев Александр Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Немцова Ольга Александровна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента ИСГТ	Королева Наталья Валентиновна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н., профессор		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области защиты окружающей среды.
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной ответственностью за работу коллектива при решении инженерных задач, применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов инновационной инженерной деятельности, знание вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности на производствах.
P5	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P6	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P7	Способность принимать участие в разработке инновационных инженерных проектов в области защиты окружающей среды на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, разрабатывать и использовать

	<p>графическую документацию, принимать участие в установке, эксплуатации и проведении технического обслуживания устройств защиты окружающей среды, следовать их корпоративной культуре работодателя.</p>
P8	<p>Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники, использовать современные методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.</p>
P9	<p>Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по разработке новых перспективных систем газоочистки, водоочистки и утилизации твердых отходов, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, эксперименты, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов.</p>
P10	<p>Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в ЧС на объектах экономики при проведении работ по аттестации рабочих мест на промышленных предприятиях, использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях.</p>
P11	<p>Способность анализировать механизмы и характер воздействия опасностей на человека с учетом их специфики; использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий и проводить измерения уровней опасностей в среде обитания; составлять прогнозы возможного развития ситуации.</p>
P12	<p>Способность анализировать механизмы и характер воздействия технологических процессов основных отраслей промышленности на окружающую среду и взаимосвязь между их изменением и изменением воздействия на окружающую среду. Умение применять информацию, полученную в результате анализа при принятии технических и управленческих решений.</p>

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Слепневу Александру Михайловичу

Тема работы:

Разработка новых видов сорбционных материалов на минеральной основе для
извлечения тяжелых металлов из водных сред

Утверждена приказом директора (дата, номер)	2822/с от 14.04.16
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Объектом исследования является комбинация минералов: гётит, цеолит, пирит различного фракционного состава в качестве сорбционных материалов по извлечению ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} , путем проведения сорбции в статическом режиме при разном времени контакта сорбентов с модельными растворами.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести аналитический обзор методов обнаружения, нахождения в природе и современных способов очистки воды от тяжелых металлов.</p> <p>Подобрать минеральные сорбенты для последующего получения на их основе комбинированного сорбционного материала.</p> <p>Исследовать сорбционные свойства по извлечению из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+}</p> <p>Сделать вывод о возможности применения разработанного комбинированного, минерального сорбента в процессах водоочистки от ионов тяжелых металлов</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рисунок 1 - Пути поступления и миграции металлов-загрязнителей в водной экосистеме и формы их существования</p> <p>Рисунок 2 - Извлечение ионов Cd^{2+} из модельного раствора при использовании исследуемых сорбентов</p> <p>Рисунок 3 - Извлечение ионов Pb^{2+} из модельного раствора при использовании исследуемых сорбентов</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Королева Наталья Валентиновна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Разработка нового сорбционного материала на минеральной основе	Мартемьянов Дмитрий Владимирович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Слепнев Александр Михайлович		

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: Бакалавриат
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2014/2015 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа	
КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН	
Выполнения выпускной квалификационной работы	
Срок сдачи студентом выполняемой работы:	29.05.2016

Дата контроля	Название раздела / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела
18.03.16	Получение задания и постановка задачи, определение стадий, этапов и сроков разработки	4
24.03.16	Сбор материалов по методам водоочистки и проведению аналитических исследований по определению тяжелых металлов в водных средах	10
30.03.16	Подбор материалов, использованных в разработке комбинированного сорбента	10
10.04.16	Определение адсорбционно-структурных характеристик сорбционных материалов	10
15.04.16	Проведение сорбционных процессов с целью удаления ионов Cd^{2+} и Pb^{2+}	16
10.05.16	Оценка эффективности полученных сорбентов по извлечению тяжелых металлов	10
14.05.16	Согласование полученных данных с руководителем	10
20.05.16	Составление пояснительной записки	30

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Немцова Ольга Александровна			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н., профессор		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Слепневу Александру Михайловичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений. Оценки перспективности проекта по технологии QuaD.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки : -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; -заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Оценочная карта QuaD*
3. *График Ганта*
4. *График проведения и бюджет НИ*
5. *Определение ресурсоэффективности проекта*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал старший преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента ИСГТ	Королева Наталья Валентиновна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Слепнев Александр Михайлович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Е2Б	Слепневу Александру Михайловичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Комбинированный сорбционный материал на минеральной основе для очистки воды от ионов тяжелых металлов
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

- 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:
- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты;
 - (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).
- 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:
- механические опасности (источники, средства защиты);
 - термические опасности (источники, средства защиты);
 - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
 - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

2. Экологическая безопасность:

- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.03.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ ИНК	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е2Б	Слепнев Александр Михайлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 89 страниц, 3 рисунков, 23 таблиц, 35 источников литературы.

Ключевые слова: сорбционный материал, водоочистка, адсорбция, тяжелые металлы, свинец, кадмий.

Объектами исследования являются: минералы природного происхождения (гётит, цеолит, пирит).

Цель работы: разработка и создание нового вида комбинированного сорбционного материала на основе различных минералов и исследование его физико-химических и сорбционных свойств при извлечении из водных сред ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} .

Решаемые задачи:

- Изучить литературные источники по данной тематике;
- Исследовать сорбционные свойства по извлечению из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} у отдельных минералов и конечного комбинированного сорбента;
- Спланировать и сформировать бюджет научных исследований;
- Осуществить анализ вредных и опасных факторов производственной среды, анализ воздействия на окружающую среду и анализ возможных чрезвычайных ситуаций.

В процессе исследования проводилось изучение литературных источников, планировался и формировался бюджет научных исследований, осуществлялся анализ вредных и опасных факторов производственной среды, анализ воздействия на окружающую среду и анализ возможных чрезвычайных ситуаций. В результате исследования был проведен обзор литературных источников, подобраны минеральные сорбенты для последующего получения на их основе комбинированного сорбционного материала, подобрана

комбинация (сочетание) выбранных минералов и их оптимальный гранулометрический состав для получения конечного сорбента. Был рассчитан бюджет научных исследований, составивший 49569.53 рублей, выявлены и проанализированы вредные и опасные факторы производственной среды при проведении лабораторных исследований, проведен анализ воздействия на окружающую среду и анализ возможных чрезвычайных ситуаций.

В будущем планируется развитие рассматриваемой темы в рамках магистерской диссертации.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Адсорбция – это процесс, происходящий на границе раздела фаз. Он затрагивает только поверхностные слои, взаимодействующих фаз, и не распространяется на глубинные слои этих фаз. Адсорбцией называют явление накопления одного вещества на поверхности другого. В общем случае, адсорбцией называют изменение концентрации вещества на границе раздела фаз;

Удельная поверхность – усреднённая характеристика размеров внутренних полостей (каналов, пор) пористого тела или частиц раздробленной фазы дисперсной системы;

Метод БЭТ – метод математического описания физической адсорбции, основанный на теории полимолекулярной (многослойной) адсорбции.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

АУ – активированные угли;

ОС – окружающая среда;

ИВ – инверсионная вольтамперометрия;

НТИ – научно-техническое исследование;

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;

ТМ – тяжелые металлы;

ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота;

БЭТ – Метод предложен Брунауэром, Эмметом и Тейлором.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	15
1 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДНЫХ СРЕДАХ	19
1.1 Источники поступления и формы существования	19
1.2 Кадмий, свинец в водных средах	21
1.3 Влияние на организм человека и окружающую среду	23
1.4 Методы обнаружения тяжелых металлов	25
2 ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	27
2.1 Классификация	27
2.3 Процессы осаждения	27
2.4 Извлечение в металлической форме (цементация)	28
2.5 Комплексообразование	28
2.6 Электрохимические процессы	29
2.7 Мембранная очистка	30
2.8 Новейшие технологии	31
3 АДСОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	32
3.1 Сорбционные методы очистки сточных вод	32
3.2 Виды сорбционных материалов	33
4 РАЗРАБОТКА НОВОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ	35
4.1 Содержание ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} в водных средах	35
4.2 Состав комбинированного сорбента	35
4.3 Получение комбинированного сорбента	36
4.4 Определение физико-химических характеристик комбинированного сорбента и его составляющих	36
4.5 Определение сорбционных характеристик комбинированного сорбента	37
4.6 Обсуждение результатов исследования	40
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	41
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	42
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	48
5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	62
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	67
6.1 Профессиональная социальная безопасность	68
6.2 Экологическая безопасность	76
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день проблема очистки воды стала одной из самых актуальных для человека. Во многих регионах нашей страны водные ресурсы отмечаются высоким содержанием токсичных веществ, при этом определяются все большие масштабы загрязнения подземных вод примесями тяжелых металлов [1].

Тяжелых металлы поступают в окружающую среду как в результате природных процессов, таких как образование насыщенного металлами вулканического и морского аэрозоля, эрозия и выветривание почв и горных пород, так выбросов антропогенного характера. В атмосфере тяжелые металлы подвергаются разным превращениям с изменением растворимости и валентности. Например, комбинаты металлургии, электростанции выбрасывают тяжелые металлы в основном в нерастворимом виде в составе твердых частиц. Но в результате атмосферного передвижения происходит постепенное их выщелачивание и переход в ионную форму, которая водорастворима [2].

Тяжёлые металлы и некоторые их соединения хорошо растворяются в воде и попадают в организм, где взаимодействуют с ферментами, подавляют их активность. Наличие тяжелых металлов по медицинской статистике приводит к снижению иммунитета и росту числа опасных заболеваний [3].

Загрязнение поверхностных и грунтовых вод привело к невозможности употребления воды в питьевых и бытовых целях. Очистка воды от тяжелых металлов, несомненно, является важным фактором для получения готовой к использованию, чистой и безвредной для человека жидкости.

Среди разнообразных методов очистки водных сред наибольшее внедрение получил метод сорбции. Все большее применение находят сорбционные материалы естественного, природного происхождения. Использование таких сорбентов обусловлено достаточно высокой емкостью,

избирательностью, и катион обменными свойствами некоторых из них, а также низкой себестоимостью.

Актуальность темы

Загрязнение гидросферы Земли сегодня представляет очень серьёзную проблему и возникает необходимость принятия решений по снижению опасных сбросов в водоёмы и очистки имеющихся водных сред при их использовании в народном хозяйстве.

В настоящий момент вопрос подготовки воды стоит очень остро в связи с интенсификацией производственной деятельности человечества и увеличившимся числом техногенных катастроф и природных явлений.

Интенсификация производственной деятельности человечества обуславливает увеличение нагрузки на водные ресурсы, которая за последние полвека возросла более чем в два раза. В настоящее время суммарная масса загрязнителей гидросферы в мире составляет 15 млрд. т/год, среди которых тяжёлые металлы – 3 млн. т/год. Сейчас в РФ только 1 % поверхностных источников водоснабжения имеют 1 класс, то есть вода не требует специальной обработки, в 17 % качество воды не соответствует даже 3 классу.

По прогнозам Комитета ООН по вопросам образования, науки и культуры, количество жителей Земли, испытывающих недостаток в воде, увеличится к 2025 году до 3 млрд. человек. ЮНЕСКО предвещает, что к этому времени мировая потребность в чистой воде увеличится в огромных масштабах, как для питьевых, так и для бытовых и хозяйственных назначений. Уже сейчас ООН определила 300 районов во всем мире, где существуют конфликты из-за водных ресурсов и это значение прогрессирует. Достаточно привести данные статистики: около 1 миллиарда людей испытывают дефицит чистой питьевой воды, каждый двух миллионов человек страдают заболеваниями, передающихся с потреблением воды. С учетом постоянно растущего дефицита водоснабжения эта проблема будет только усугубляться.

Среди приоритетных химических веществ, загрязняющих гидросферу, особое место занимают тяжелые металлы. В связи с появлением комплекса проблем, связанных с потреблением питьевой воды, был дан толчок развитию в России рынка водоочистительного оборудования. Наличие систем фильтрации теперь считают необходимым как для жилых домов, так и для предприятий различных сфер деятельности. Среди различных методов очистки воды от ионов тяжёлых металлов, сорбционный способ очистки имеет ряд преимуществ перед другими. Поэтому создание новых видов сорбционных материалов является актуальной задачей.

Цель работы

Разработка и создание нового вида комбинированного сорбционного материала на основе различных минералов и исследование его физико-химических и сорбционных свойств при извлечении из водных сред ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} .

Задачи

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Подобраны минеральные сорбенты для последующего получения на их основе комбинированного сорбционного материала.
2. Исследованы некоторые физико-химические свойства (величина удельной поверхности, удельный объём пор) у выбранных минеральных сорбентов.
3. Подобрана комбинация (сочетание) выбранных минералов и их оптимальный гранулометрический состав для получения конечного сорбента.
4. Исследованы сорбционные свойства по извлечению из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} у отдельных минералов и конечного комбинированного сорбента.

Научная новизна

В ходе данной работы были исследованы такие минеральные сорбенты как: гётит, цеолит, пирит. Исследования проводились на эффективность данных минералов по извлечению из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} .

На основе отобранных минералов создан новый комбинированный сорбент, эффективно очищающий водные среды от ионов тяжёлых металлов.

Практическая значимость работы

С каждым годом происходит увеличение антропогенного воздействия человека на гидросферу нашей планеты. Для использования воды в питьевых и технических целях требуется её очистка до необходимых стандартов. Для этого имеет актуальность создание новых водоочистных систем и более эффективных сорбционных материалов.

Полученный комбинированный сорбент на основе цеолита, гётита и пирита может найти применение как на крупных водоснабжающих организациях и водозаборах, так и на малых водоочистных сооружениях, в бытовых фильтровальных системах и в походном водоочистном оборудовании, для доочистки производственных стоков.

1 ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

1.1 Источники поступления и формы существования

Тяжелые металлы являются приоритетными загрязняющими веществами, контроль за которыми важен во всех водных средах. Термин «тяжелые металлы» характеризует большую группу веществ и получил в настоящее время большое значение.

К приоритетным источникам загрязнения водных сред тяжелыми металлами относят предприятия тяжелой и легкой промышленности, машиностроения (гальванические ванны меднения, никелирования, хромирования, кадмирования), предприятия по утилизации аккумуляторных батарей, автомобили. Кроме техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, существуют естественные, например, вулканические породы: кадмий выявили довольно недавно в породах извержения вулкана Этна в Средиземном море на острове Сицилия. Увеличение содержания токсических металлов в воде некоторых озер может осуществляться в результате выпадения кислотных осадков, которые приводят к растворению пород и минералов, контактирующими с этими водами. Все эти явления порождают в окружающей среде увеличение содержания тяжелых металлов по сравнению с фоновым уровнем. Однако, как было сказано ранее, поступление токсического металла может осуществляться путем миграции в аэрозольном виде, главный путь поступления тяжелого металла в организм происходит с потреблением и контактом с водными средами. При поступлении в организм человека, тяжелые металлы обычно не поддаются химическим превращениям, в отличие от органических токсикантов, и попадая в цикл биохимических превращений, они довольно медленно оставляют его. На виды форм присутствия металлов в водных средах проявляют воздействие гидробионты такие, как моллюски. Например, при изучении присутствия меди в водах поверхностного характера отмечают сезонные амплитудные колебания ее

содержания: в зимний период ее концентрация наиболее высока, а в летний, вследствие повышения биомассы водоема, понижается. При осаждении органических, взвешенных частиц, которые имеют способность адсорбировать медь в ионной форме, последние аккумулируются в донных отложениях, что характеризует данный эффект. Также отмечено, что скорость данного явления пропорциональна скорости осаждения взвеси, то есть напрямую зависит от факторов, таких как заряд и размеры частиц, участвующих в адсорбции ионов меди.

Кроме накопления металлов в процессе адсорбции и следующим за ней отложениях в поверхностных водах происходят иные превращения, отображающие постоянство экосистем к воздействию такого рода токсикантов. Наиболее серьезный, из которых заключается в связке тяжелых металлов в водных средах органикой в растворенной форме. Однако общее содержание вещества в воде остается неизменным. Но, можно полагать, что большей токсической вредностью обладают гидратные ионы тяжелых металлов, а комплексообразующие менее вредны или совсем безопасны. Отдельные исследования предоставили возможность показать, что между концентрацией и токсичностью нет определенной связи.

В естественных водоемах присутствует большое количество веществ органического происхождения, 85% из них представляют полимеры с высокой степенью окисления, например, веществ гумусового типа, проходящих в воду из почвенного покрова. Оставшаяся часть веществ, вод растворенных, представлены в виде продуктов жизнедеятельности живых организмов (аминокислоты, полипептиды) или примеси техногенного характера со схожими химическими свойствами. Все это подвергается химическим превращениям в водных средах. Однако они же, в это время представляют собой комплекс реагентов, объединяющими тяжелые металлы в комплексы и убавляющими этим токсикологический показатель водной среды. Разнообразные подземные и поверхностные воды неординарно ведут себя с металлотоксикантами, буферная емкость которых различна. Воды южного

полушария способны более эффективно детоксировать ионы тяжелых металлов в отличие от северных вод, из-за большего содержания биотической массы. Это показывает зависимость от климатической природной зоны, в которой оказался токсикант-загрязнитель. Буферная емкость водной среды определяется не только веществами, находящимися в ней, но накапливающим фактором гидробионтов, и кинетическим поглощением токсиканта всей экосистемой, охватывая реакции с органическими соединениями. Таким образом, напрашивается вывод о не простоте биохимических процессов, проходящих в водных средах при поступлении тяжелых металлов [4].



Рисунок 2 – Пути поступления и миграции металлов-загрязнителей в водной экосистеме и формы их существования

На рис.1 представлена схема движения тяжелых металлов в естественных поверхностных водах, показывающая в общем виде физико-химические, химические превращения и их переход в различные виды и формы.

1.2 Кадмий, свинец в водных средах

Одними из сильнейших по действию на организм считаются такие тяжелые металлы как кадмий и свинец.

Кадмий. В воды природного характера попадает при процессе выщелачивания почвенного покрова, металлических руд, и медных руд в результате распада водной биоты, склонные его аккумулировать. Кадмиевые

соединения переносятся в реки и озера с промышленными водами свинцово-цинковых предприятий, предприятий рудообогащения, ряда химических предприятий (производство окислов серы), гальваники, кроме того водами шахт. Снижение количества растворенных соединений кадмия совершается за счет сорбционных процессов, смещения в донные отложения карбоната кадмия и усвоения их организмами и обитающими в водоеме.

Формы кадмия в растворенном виде в водах природного значения проявляются в виде минеральных и органоминеральных комплексов. В виде взвеси основная форма кадмия представляет собой его соединения в результате сорбции. Значимая часть ионов кадмия может передвигаться в гидробионтах на клеточном уровне. В слабозагрязненных водных средах кадмий содержится в минимальном содержании, в загрязненных может превышать в десятки раз.

Соединения кадмия оказывают немаловажную роль в жизнедеятельности живых существ. В высоких концентрациях кадмий токсичен, но более опасен при взаимодействии с другими токсикантами.

ПДК для питьевой воды равна 0,001 мг/дм³, ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения — 0,0005 мг/дм³ (показатель вредности — токсикологический) [5].

Свинец. Природными источниками попадания свинца в водные среды является процесс растворения природных минералов. Огромное повышение концентрации свинца в ОС, в том числе в водных ресурсах, объясняется увеличением техногенной нагрузки и выносом в объекты водного значения водами производства рудообогатительных фабрик, заводов тяжелой промышленности, химпроизводств, шахт. Однако факторами, приводящими к снижению содержания свинца в природной воде, являются его осаждения и накопления гидробионтами.

Свинец содержится в природной воде во взвешенном и растворенном виде. В форме, растворенной встречается комплексами минеральных, а также

органоминеральных или простых ионов, в нерастворенной форме в виде сульфатов, карбонатов, сульфитов.

В реках и озерах содержание ионов свинца варьируется в 1 дм³ от единиц микрограммов до десятых долей. Лимитирующий показатель токсичности свинца - санитарно-токсикологический. ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения – 0,1 мг/дм³; ПДК для питьевой воды свинца составляет 0,03 мг/дм³ [5].

За восемь лет промышленные выбросы свинца снизились на 65%. В основном это связано с падением производства. Среднее значение содержания свинца сократилось только на 45%.

1.3 Влияние на организм человека и окружающую среду

В настоящее время установлена связь между показателем качества потребляемой питьевой воды и длительностью жизни людей. Тяжелые металлы, поступая в организм человека, остаются в нем, избавиться от них возможно, употребляя молоко и белые грибы в пищу. Металлы-токсиканты отравляют наш организм, также механически засоряя его – ионы тяжелых металлов обосновываются на пленках внутренних органов организма, также подвергаются воздействию каналы почек, печень, таким образом, подавляя их работоспособность. Надлежащим образом приводящее к аккумуляции токсинов в клетках нашего организма происходит токсикация [6].

Отрицательное воздействие свинца на организм осуществляется при вдыхании окружающего воздуха, который и содержит свинец, также с пищей и, особенно с употреблением воды. Свинец обладает способностью накапливаться в теле, в костных тканях и органах. Пожилые люди и детский организм особо чувствительны даже к низким дозам данного токсиканта. Характерные симптомы хронической токсикации свинцом это малокровие, темная «свинцовая кайма» по краям десен, плохое самочувствие, кишечные колики. Субклиническая токсикация человека свинцом проявляется

необычными симптомами, к ним относятся повышенная эмоциональность и бессонница, позже снижение трудоспособности и депрессия. Около 91 - 93% включаемого в организм человека свинца находит концентрацию в костях, что основывает огромную опасность хронического отравления. Он может перемещаться в молоко матери [7].

Воздействие кадмия так же носит чрезвычайно серьезный характер. Кадмий трудно извлечь из окружающей среды, поэтому он все больше аккумулируется в ней и поступает разнообразными путями в цепи пищеварения человека и животных. Обычно причиной высокого содержания кадмия в продуктах бывают техногенные дымовые выбросы содержащий металл – токсикант. На данный момент информация о повышенной аккумуляции кадмия в пище относится к почкам свиньи, где обнаруживали до 3 мг/кг кадмия. Однако большое количество кадмия мы принимаем с пищей растительного происхождения. Суть в том, что этот металл особенно легко мигрирует из почвы в растительность: они берут в себя до 75% ионов кадмия из почвенного покрова и лишь малую часть – из воздуха. Чрезвычайно большую опасность представляют грибы, накапливающие кадмий в высоких концентрациях [8].

В поверхностных водах кадмий чаще имеется в виде двухвалентного катиона, в органических соединениях он отсутствует. Токсичность этого металла в водах зависит от степени жесткости воды и кислотности среды [9].

Кадмий имеет канцерогенную группу – 2А. Его реальная опасность заключается в таком свойстве, как аккумуляция. Наиболее острой формой отравления кадмием называется болезнь итай – итай. Ее особенность — это деформация скелета с уменьшением роста, болезнь ног, утиная походка [10].

В нашем организме печень отвечает за обработку токсикологических веществ, которые поступают в наш организм, почки же выгоняют их наружу. При аккумуляции токсинов и мертвых клеток нашего организма происходит токсикация организма [11].

1.4 Методы обнаружения тяжелых металлов

1.4.1 Классификация

Существует множество методов для определения наличия тяжёлых металлов в водных средах. Это могут быть методы химического и физико-химического анализа. Все зависит от количества вещества для анализа.

На сегодняшний день есть две основные группы аналитических способов для обнаружения тяжелых металлов, они разделяются на электрохимические и спектрометрические. Из спектрометрических методов обнаружения тяжелых металлов преобладает атомно-адсорбционная спектроскопия [12]. При правильном и квалифицированном применении метода получается результат с наивысшей точностью. Недостаток метода-трудоемкость и большие затраты времени.

Очень разнообразна группа спектральных способов обнаружения содержания тяжёлых металлов. В нее входят: атомный эмиссионный анализ, атомный абсорбционный анализ, спектрофотометрия, масс-спектрометрия, спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-спектрометрия), рентгеноспектральный анализ [12].

В единичных случаях содержание тяжёлых металлов определяется совокупными методами [12].

1.4.2 Определение наличия ионов тяжелых металлов в воде методом инверсионной вольтамперометрии

Для определения количественного содержания в воде и пище ионов свинца и кадмия осуществляется методом инверсионной вольтамперометрии. Метод ИВ-измерений заключается в способности ионов металлов осаждаться на поверхности индикаторного электрода раствора для анализа при заданном потенциале тока, а после этого переходить в растворенную форму. Процедура электроосаждения ионов на электроде осуществляется при определенном потенциале. Растворения элементов, осажденных на электроде, проводят в заданном режиме изменяющегося потенциала при заданной восприимчивости

прибора (ГА-07). Выявленная на компьютере вольтамперограмма несет в себе аналитические сигналы (токи) элементов, находящихся в растворе. Обработка результатов измерений приведена в методике [13].

1.4.3 Химико-спектральный метод определение содержания в природных водах ионов тяжелых металлов

Химико–спектральный метод обладает невысокой чувствительностью к ионам тяжелых металлов. Данная чувствительность этого метода, недостаточна для определения некоторых элементов тяжелых металлов в водных средах, ее можно повысить путем применения различных методик концентрирования. К наиболее эффективным, из которых можно отнести экстракцию. Достоинства данного метода состоят в возможности сгруппированного анализа.

Результативность экстракции малых доз металлов непосредственно зависит от наличия маскирующих элементов, соотношением фаз, но самое главное от кислотности раствора [14].

2 ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

2.1 Классификация

Существует большое число специализированных процессов, используемых для удаления металлов из сточных вод. Такие отдельные операции включают:

- химическое осаждение;
- коагуляцию/ флокуляцию;
- ионный обмен и жидкостную экстракцию;
- цементацию;
- комплексообразование;
- электрохимические операции;
- биологические операции;
- адсорбцию;
- выпаривание;
- фильтрацию;
- мембранные процессы;

Предлагается большое число сочетаний различных способов для удаления тяжелых металлов из растворов [15].

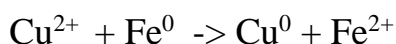
2.3 Процессы осаждения

В промышленности, несомненно, наиболее широко используемый метод очистки растворов от тяжелых металлов - химическое осаждение, примерно в 75 % гальванических процессов используется методика осаждения гидроксидами, карбонатами или сульфидами, либо комбинация указанных осадителей для обработки сточных вод. Наиболее широко используемая методика осаждения - гидроксильное или щелочное осаждение, благодаря относительной простоте, низкой стоимости осадителя (известь) и легкости

автоматического рН контроля. Минимальная растворимость гидроксидов различных металлов варьируется при рН 8,0,–10,0 [15].

2.4 Извлечение в металлической форме (цементация)

Цементация – процесс замещения металла, при котором в раствор, содержащий ионы металлов вводится более активный металл, например, железо. Таким образом, цементация - это выделение ионизированного металла из раствора в металлической форме за счет спонтанного электрохимического восстановления удаляемого металла с одновременным восстановлением введенного замещающего металла (железа) по реакции:



Железо переходит в ионную форму, медь при этом выделяется на твердую поверхность. Процесс цементации может быть предсказан на основании значений электродных потенциалов. Для него присущ ряд преимуществ:

- простота требований в контроле и управлении,
- малое использование энергии,
- получение ценных высоко чистых металлов, таких как медь.

Скорость цементации не зависит от присутствия кислорода и значения рН. Однако при значениях рН выше 3, гидроксид железа маскирует и мешает выделению меди. Высушенный осадок содержит около 95,5 % чистой меди.

Проведенные исследования показали возможность использования отходов железа для выделения меди в стоках [15].

2.5 Комплексообразование

Комплексообразование основано на получении комплексного соединения на основе комплексообразующего или хелатного вещества. Комплексообразование связано с химическими характеристиками ионов

удаляемых металлов и влияет на механизм извлечения. Например, комплексообразование металла увеличивает растворимость гидроксидов, карбонатов и сульфидов данного металла. На степень комплексообразования влияет рН раствора и концентрация реагента. С точки зрения селективности процесса комплексообразования с ЭДТА была показана возможность разделения меди и цинка в интервале рН 5-6 [15].

2.6 Электрохимические процессы

Электролитическое определение это одна из методик применимых к сточным водам. Данная технология уже длительное время применяется в горном деле для очищения руд. Одновременно с этим было отмечено, что процессы электро-очистки руд требуют больших капиталовложений, труда и энергозависимы, что приводит к высокой конечной стоимости.

Отдельную проблему представляют собой разбавленные сточные воды, так как при низких концентрациях катодная поляризация резко возрастает. Катодная поляризация приводит к серьезным операционным проблемам, включая низкую скорость выделения металла. Существует ряд средств для уменьшения катодной поляризации, например, уменьшение плотности потока, изменение его химического состава и температуры, увеличение поверхности катода или уменьшение диффузионного слоя.

Была разработана электрохимическая ячейка с использованием пористого, фиксированного электрода для извлечения ионов металлов из растворов. При использовании данной ячейки содержание меди была понижена с 670 мг/дм³ до 2 мг/дм³. Лимитирующим фактором по использованию ячейки стала ее стоимость. Для достижения более полного выделения цинка из контрольных растворов необходимо механическое перемешивание или пропускание азота через очищаемый раствор.

Разработаны процессы и методики электрохимического восстановления ионов тяжелых металлов из сточных вод. Оборудование

состоит из реактора, содержащего катод и анод, двух источников питания, насоса, электролитных танкеров. Отношение площади поверхности катода к объему чрезвычайно велико, что в несколько раз повышает скорость переноса массы. Преимуществами являются отсутствие образования осадка, низкая стоимость и получение металлов в форме, готовой к продаже [15].

2.7 Мембранная очистка

Во многих отраслях промышленности мембранные процессы широко применяются при вторичном использовании воды, для уменьшения объема сточных вод, и улавливания ценных побочных продуктов (например, металлов). Все мембранные процессы могут быть трех типов: высокого давления, низкого давления и ультрафильтрация. В качестве мембран используются ацетат целлюлозы, полиамиды, полисульфон и т.д. Было отмечено, что мембранные процессы требуют примерно в 100 раз больше денежных затрат по сравнению с соответствующими процессами дистилляции при малых и средних объемах сточных вод. При мембранной экстракции тяжелых металлов отпадает необходимость перемешивания и установки движущихся частей аппаратуры, что значительно снижает стоимость оборудования.

Получены результаты исследований проведенных по применению мембранных нетканых фильтров на основе полиакрилонитрильных волокон, модифицированных кислотными группами NO_3 и PO_4 для очистки стоков свинцово-цинковых комбинатов и производств с использованием процессов гальванотехники. Показана возможность удаления не только ионов тяжелых металлов до уровня ПДК, но и очистка от продуктов их химических трансформаций с комплексообразователями и хелатами органической и неорганической природы (цианиды, роданиды, аммиакаты, комплексы с ЭДТА и 1,1 - дипиридиллом)[15].

2.8 Новейшие технологии

За последние несколько лет был представлен ряд новейших технологий. Были изучены основные факторы, влияющие на скорость реакции при сульфидном осаждении как вторичной ступени после нейтрализации и отстаивания. Исследовались комплексы металлов с ЭДТА, как известной образующей наиболее стойкие комплексы с металлами. Начальная скорость реакции увеличивалась за счет добавления нехелатированных солей металлов. Был разработан фильтр, содержащий активные сульфиды, для адсорбции растворимых ионов тяжелых металлов.

Была разработана непрерывная система для магнитного отделения ионов тяжелых металлов с использованием ферритов или магнетитов. Преимуществами процесса можно считать, что:

- различные тяжелые металлы могут быть обработаны одновременно;
- образующийся осадок не зависит от pH и температуры;
- остатки феррита могут быть отделены наложением магнитного поля.

Были изучены две методики для улавливания тяжелых металлов в стоках электрогальванических производств. Улавливание включает стабилизацию - перевод в твердую форму промышленных отходов, что позволяет изолировать и иммобилизовать сбросы. Далее применяются методики, основанные на использовании силикатов и цемента или извести. Обе технологии позволяют уменьшить вымывание кадмия и хрома из твердых остатков, причем, чем больше содержание силиката, тем более эффективен метод. Но особенное внимание стоит уделить адсорбционному методу очистки воды от ионов тяжелых металлов. Так как этот способ наиболее эффективен и при правильном подходе и выборе материалов способен очищать с эффективностью приближенной к ста процентам [15].

3 АДСОРБЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

3.1 Сорбционные методы очистки сточных вод

Сорбционная очистка от ионов тяжелых металлов из сточных вод получило широкое применение в результате отсутствия вторичных загрязнений и высокой эффективности очистки. Сорбционные материалы извлекают из растворов металлы с эффективностью близкой к максимальной [16].

Сорбционные процессы подразделяются на : адсорбцию – осаждение элементов на внешней части сорбционного материала в результате взаимодействия на молекулярном уровне; экстракция - это растворение элементов в растворителе и последующем нанесении на сорбционный материал. Также это ионный обмен, который подразумевает собой обратную химическую реакцию в электролите с высокоподвижными катионами или анионами [17].

При процессе сорбции важнейшую роль играют физический и химический контакт между адсорбентом и веществом [18].

В ходе физического взаимодействия за счет слабых Ван-дер-Ваальсовых сил притяжения загрязнения задерживаются на поверхности сорбционного материала. Однако результатом химического взаимодействия является образование прочной химической связи в составе сорбента [19].

В результате, эффективность сорбента зависит от химического состава, а также от состава загрязняющих веществ, участвующих в процессе сорбции.

Скорость сорбционного процесса определена скоростью проникновения вещества в растворе к поверхности сорбента через водяную пленку, которая обступает частицы материала эффективность процесса можно увеличить путем статической сорбции, то есть при перемешивании. Также на скорость сорбции влияют такие параметры, как размер частиц

сорбента, так и скорость потока очищаемой жидкости через сорбционную загрузку [20].

Адсорбция - это экзотермическая реакция, в которой происходит понижение свободной энергии, поэтому при снижении температуры уровень адсорбции усиливается. На эффективность адсорбции немаловажную роль оказывает кислотность среды. Вещества, имеющие меньшую растворимость, подвергаются процессу адсорбции сильнее [20, 21].

В результате адсорбции из растворов с поглощением нейтральных ионов может происходить сорбция ионов, содержащихся в данном растворе. Так положительный ион, адсорбируется главным образом на сорбентах с поверхностью отрицательно заряженной, и, напротив. Данные процессы обычно сопутствуются явлением «обмена ионами», так называемая ионная адсорбция [22].

Чаще всего сорбционный метод — это конечная стадия водоочистки.

Процессы сорбции могут осуществляться в статических и динамических условиях, последний из которых наиболее эффективен. Процесс, производимый в статических условиях, выполняется методом напряжённого размешивания очищаемой воды с сорбционным материалом в течение некоторого времени и следующим за этим отделением сорбционного материала от остатков воды центрифугирование, отстаиванием или фильтрованием.

Процесс сорбции в подвижных условиях реализовывается в адсорберах разных видов. Процесс очистки воды на гранулированных материалах происходит в аппаратах с движущим и жидким слоем [23].

3.2 Виды сорбционных материалов

В производственной практике применяются различные сорбционные материалы, которые подразделяют на минеральные и углеродные. К

минеральным относят активные угли, вторые - силикагели, цеолиты. Все сорбенты проявляют различную сорбционную эффективность к тем или иным материалам. Часто используют и на сегодняшний день одними из распространенных являются активированные угли (АУ). Изначальным материалом для приобретения АУ может быть любой материал: уголь, полимеры, древесина, отходы промышленности. Активированный уголь часто используется для очищения от ионов металлов. Часто, для очистки стоков гальваники от ионов тяжелых металлов действительно используют сажастые бурые угли. Также сорбционными свойствами располагают многие материалы природного происхождения, такие как: сапропели, цеолиты. Сорбенты природного происхождения имеют преимущества в плане дешевизны, а некоторые из них высокой эффективностью. Установлено, что среди известных волокнистых сорбентов наиболее эффективным является употребление прессованного волокна. Глинистые породы являются эффективными сорбентами в процессах водоочистки. Биосорбционная очистка на природных материалах или других сорбентах применяется для редукации биологической очистки вод промышленного значения [24]. Сорбция тяжелых металлов в биологической очистке – усиленно развивается в последнее время [25].

Также, в настоящее время усиленно разрабатываются и внедряются методы применения древесных отходов (кора, опилки) в качестве сорбционных материалов для очистки водных растворов различных производств. Основными преимуществами применения отходов деревопереработки для очистки вод от ионов тяжелых металлов являются дешевизна данных материалов, также они не приводят к повышению солесодержания в воде. Возникает вероятность многократного использования этих материалов [26].

4 РАЗРАБОТКА НОВОГО СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ

4.1 Содержание ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} в водных средах

Актуальность проблемы загрязнения поверхностных и подземных вод соединениями тяжелых металлов объясняется широким спектром их действия на организм человека. Тяжелые металлы влияют практически на все системы организма, оказывая токсическое, аллергическое, канцерогенное действие. Одними из приоритетных среди металлов-токсикантов являются кадмий и свинец, вследствие их высокой токсичности. Так, согласно СанПиН 2.1.4.1075-01 предельно-допустимые концентрации кадмия и свинца в воде составляют $0,001 \text{ мг/дм}^3$ и $0,03 \text{ мг/дм}^3$ соответственно.

4.2 Состав комбинированного сорбента

Для решения проблемы очистки воды от ионов кадмия и свинца в данной работе рассматривается метод, основанный на применении комбинированного минерального сорбента.

Целью данной работы является получение комбинированного сорбента на основе минералов гётита, цеолита и пирита, с дальнейшим исследованием его физико-химических и сорбционных свойств при извлечении из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} .

Для получения комбинированного минерального сорбента были выбраны следующие минералы:

1. Цеолит Чугуевского месторождения (Приморский край).
2. Пирит Каталинского месторождения (Урал) - дисульфид железа химического состава FeS_2 (46,6 % Fe, 53,4 % S). Нередки примеси Co, Ni, As, Cu, Au, Se и др.

3. Гётит Белореченского месторождения (Ненецкий АО) химическая формула (α -Fe₃O(OH)).

4.3 Получение комбинированного сорбента

Для дальнейшего исследования свойств выбранных минералов проводили их подготовку посредством измельчения в агатовой ступке с дальнейшим просеиванием на фракции: менее 0,1 мм; 0,5-1 мм; 1,5-2,5 мм. Для просеивания брали сита с размерами ячеек: 0,1 мм; 0,5 мм; 1 мм; 1,5 мм; 2,5 мм.

На основании проведённых предварительных исследований по определению у выбранных минералов величины удельной поверхности, удельного объёма пор и сорбционных свойств при извлечении из модельных растворов ионов Cd²⁺ и Pb²⁺, был получен комбинированный сорбент с размером частиц 0,5-1 мм, при следующем соотношении минералов: цеолит – 40 %; пирит – 30 %; гётит – 30 %. Полученный комбинированный сорбент обозначим как - Образец 1.

4.4 Определение физико-химических характеристик комбинированного сорбента и его составляющих

Определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор у минералов различного гранулометрического состава и у полученного комбинированного сорбента проводили с использованием метода тепловой десорбции азота (БЭТ) на приборе «Сорбтометр М».

В таблице представлены значения величин удельных поверхностей и удельные объёмы пор у исследуемых минералов с разным фракционным составом и у полученного комбинированного сорбента с размером частиц 0,5-1 мм.

Таблица 1 – Величина удельной поверхности и удельный объём пор исследуемых сорбентов

Образец	Размер частиц, мм	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объём пор, см ³ /г
Цеолит	Менее 0,1	25,3	0,011
	0,5-1	21,1	0,009
	1,5-2,5	19,4	0,008
Гётит	Менее 0,1	4,1	0,002
	0,5-1	2,8	0,001
	1,5-2,5	2,2	0,001
Пирит	Менее 0,1	0,765	0
	0,5-1	0,594	0
	1,5-2,5	0,136	0
Образец 1	0,5-1	9,4	0,0048

Из таблицы видно, что у минерала пирита очень низкая удельная поверхность и удельный объём пор равен нулю. По всем минералам наблюдается увеличение удельной поверхности при уменьшении фракционного состава образца.

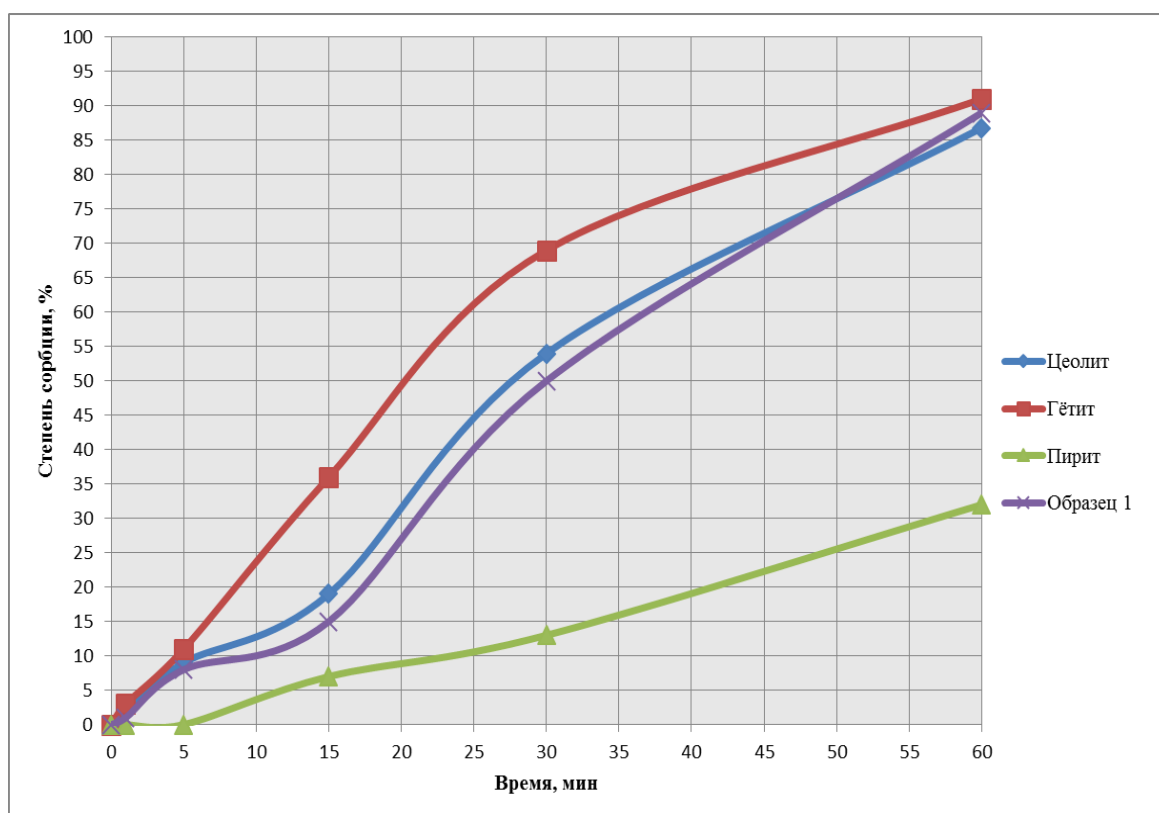
4.5 Определение сорбционных характеристик комбинированного сорбента

Сорбционные исследования минеральных сорбентов и комбинированного материала на их основе проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. Брали 0,3 грамма исследуемого образца, помещали его в стеклянный стакан (100 см³) и наливали 30 см³ модельного раствора. Модельные растворы готовили на дистиллированной

воде, с использованием государственных стандартных образцов состава растворов кадмия и свинца. Исходная концентрация модельного раствора содержащего ионы Cd^{2+} составляла $5,04 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК в питьевой воде $0,001 \text{ мг/дм}^3$). Начальная концентрация у раствора, содержащего ионы Pb^{2+} , была $10,12 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК в питьевой воде $0,03 \text{ мг/дм}^3$). Время процесса перемешивания составляло: 1, 5, 15, 30 и 60 минут. После перемешивания фильтрат отделяли от сорбента на бумажном фильтре «синяя лента». Содержание ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} в исходных модельных растворах и фильтратах анализировали с использованием метода инверсионной вольтамперометрии на приборе-анализаторе ГА-07.

На рисунке 2 представлены сорбционные исследования полученного комбинированного сорбента и исследуемых минералов, с размером фракции 0,5-1 мм, при извлечении из модельного раствора ионов Cd^{2+} .

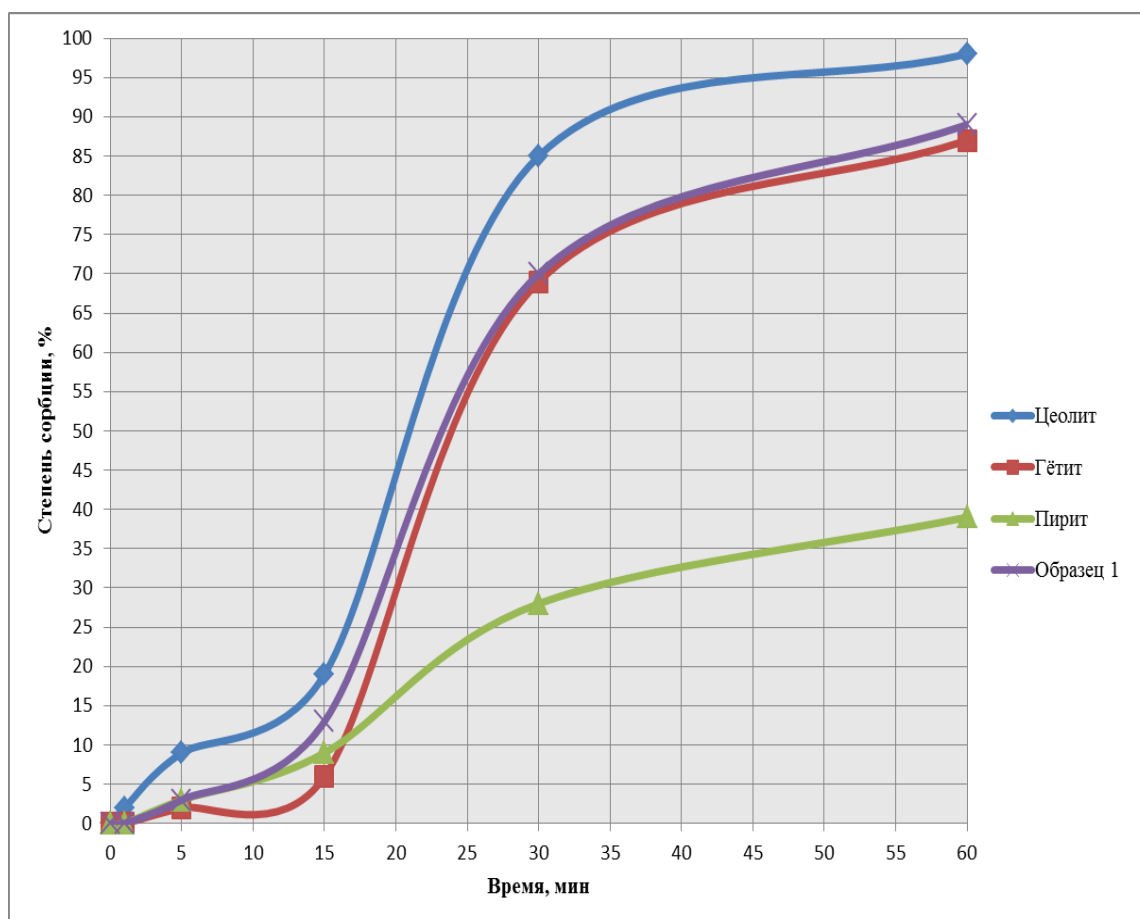
Рисунок 2 – Извлечение ионов Cd^{2+} из модельного раствора при использовании исследуемых сорбентов



На рисунке 2 видно, что самые низкие сорбционные свойства представлены у минерала пирита. Наиболее высокие характеристики при извлечении из модельного раствора ионов Cd^{2+} наблюдаются у гётита. Комбинированный сорбент (образец 1) в течение первых пяти минут процесса сорбции показывает характеристики сравнимые со свойствами гётита и цеолита. Далее наблюдается небольшое понижение сорбции по сравнению с данными минералами, а на шестидесятой минуте процесса характеристики опять уравниваются.

На рисунке 3 приводятся сорбционные свойства образцов исследуемых сорбентов при извлечении из модельного раствора ионов Pb^{2+} .

Рисунок 3 – Извлечение ионов Pb^{2+} из модельного раствора при использовании исследуемых сорбентов



Из рисунка 3 видно, что минерал пирит обладает худшими свойствами при извлечении из модельного раствора ионов Pb^{2+} . В начале процесса сорбции (до 15 минуты), комбинированный сорбент показывает чуть более

высокие характеристики по сравнению с минералом гётит, далее свойства практически одинаковые. Наилучшие показатели при извлечении ионов Pb^{2+} из модельного раствора наблюдаются у минерала цеолита Чугуевского месторождения.

4.6 Обсуждение результатов исследования

В результате проделанной работы удалось:

1. Выбрать необходимые минеральные сорбенты для дальнейшего получения на их основе комбинированного минерального сорбента;
2. Подобрать необходимые пропорции разных минералов при получении конечного материала;
3. Определить величину удельной поверхности и удельный объём пор как у отдельных составляющих, так и у конечного сорбционного материала;
4. Провести сорбционные исследования отдельных компонентов и комбинированного сорбента при извлечении из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} ;
5. На основании проведённой работы можно сделать вывод о возможности использования полученного комбинированного сорбента на минеральной основе для очистки водных сред от ионов тяжёлых металлов.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка новых видов сорбционных материалов на минеральной основе для извлечения тяжелых металлов из водных сред» посвящена проблемам водоочистки. На сегодняшний день проблема очистки воды стала одной из самых актуальных для человека. В настоящий момент вопрос подготовки воды стоит очень остро в связи с интенсификацией производственной деятельности человечества и увеличившимся числом техногенных катастроф и природных явлений. В ходе данной работы были исследованы такие минеральные сорбенты как: гётит, цеолит, пирит. Исследования проводились на эффективность данных минералов по извлечению из модельных растворов ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} . На основе отобранных минералов создан новый комбинированный сорбент, эффективно очищающий водные среды от ионов тяжёлых металлов.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

С учетом решения данных задач была сформирована структура и содержание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию дешевизны и эффективности

А также следует выделить сегменты рынка:

- по разработке и производству;
- по установке и работе;
- по дальнейшему обслуживанию и утилизации

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в табл.1.

Таблица 5 – Карта сегментирования рынка разработок для очистки водных сред от ионов тяжелых металлов

	Мембранный метод	Обратный осмос	Сорбционный метод
Разработка и производство			
Установка и работа			
Обслуживание и утилизация			

Фирма А		Фирма Б	
---------	--	---------	--

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для мембранных методов очистки
- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на сегменты рынка связанные с проектированием и производством новых видов сорбционных материалов, а также с их установкой обслуживанием и утилизацией.
- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, установкой и работой сорбционных методов очистки водных сред от ионов тяжелых металлов Среди этих методов очистки воды от ионов тяжёлых металлов, сорбционный способ очистки имеет ряд преимуществ перед другими.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для процессов водоочистки от тяжелых металлов используют множество методов: химические, физические, физико-химические. Но эффективными остаются сорбционный и мембранный методы, а также обратный осмос. Рассмотрим конкурентоспособность данных разработок

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{ме} мбр	Б _{ос} мос	Б _{сорб} ция	К _{мем}	К _{осмо} с	К _{сорбци} я
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Актуальность разработки	0,25	5	1	3	1,25	0,25	0,75
2. Спрос на технологию	0,13	1	2	1	0,13	0,26	0,13
3.Потребность в оборудовании	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3
4.Эффективность разработки	0,25	5	4	4	1,25	1	1
5.Надежность	0,15	5	2	4	0,75	0,3	0,6
6. Безопасность	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение таблицы 6

1.Конкурентноспособность разработки	0,02	1	1	1	0,02	0,02	0,02
2.Затраты на создание сорбционного материала	0,03	5	3	5	0,15	0,9	0,15
3.Цена разработки	0,04	1	1	5	0,04	0,04	0,2
4.Перспективность	0,01	5	5	5	0,05	0,05	0,05
5.Срок эксплуатации продукта	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
6.Финансирование на реализацию технической разработки	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
Итого	1				4,18	3.28	3,42

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Вывод

Из результатов анализа конкурентных технических решений, следует, что конкурентоспособной разработкой на рынке являются мембранные методы очистки водных сред. Их перспектива и спрос на них заключается в дешевизне, простоте обслуживании и установке. Эффективность разработки хорошая, но сорбционный метод более эффективен. Так как при правильном подборе материалов и их модификации эффективность очистки приближается к 100%.

5.1.3 Технология QuaD

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
1.Экологичность разработки	0,25	100	100	1	0,25
2. Утилизация	0,15	80	100	0,9	0,135
3.Простота эксплуатации	0,02	100	100	0,2	0,004
4.Устойчивость к огню	0,25	90	100	0,7	0,175
5.Надежность	0,13	80	100	0,6	0,078
6.Безопасность	0,02	50	100	0,5	0,01
7.Устойчивость к неблагоприятным условиям	0,04	20	100	0,35	0,014
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
8.Конкурентноспособность разработки	0,02	60	100	0,5	0,01
9.Затраты на создание сорбционного материала	0,03	100	100	0,4	0,012
10.Цена разработки	0,04	70	100	0,6	0,032
11.Перспективность	0,01	80	100	0,8	0,008
12.Срок эксплуатации продукта	0,02	80	100	0,7	0,014
13.Финансирование на реализацию технической разработки	0,02	100	100	1	0,02
Итого	1				0,762

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (6.2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Вывод: Значение P_{cp} составляет 76.2 %, что говорит о перспективности данной разработки на уровне выше среднего

5.1.4 SWOT-анализ

Результаты первого этапа SWOT-анализа представляем в табличной форме (табл. 8).

Таблица 8 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Повышение безопасности технологического процесса. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Снижение вреда для окружающей среды. С5. Актуальность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокие цены на оборудование. Сл2. Нехватка точных сведений. Сл3. Нет финансирования для реализации проекта. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Отсутствие опыта в проектировании.
Возможности: В1. Широкая область применения. В2. Финансирование и реализация проекта. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В4. Поддержка проекта со стороны органов исполнительной власти Томской области.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Изменение требований в нормативно-технической документации для качества водных сред. У4. Большие затраты для реализации данной разработки.		

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	+
	В2	0	+	+	0	0
	В3	+	+	+	+	0
	В4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: В1В2С2С3, В3С1С2С3С4, В4С1С2С4.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	0	0	-	0	-
	В2	-	-	-	0	-
	В3	0	-	+	-	0
	В4	-	-	0	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: В3Сл3, В4Сл4Сл5.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	0
	У2	0	0	-	+	0
	У3	+	-	0	+	+
	У4	0	0	-	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угрозы: У2У3С4.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	0	+	+	+	0
	У2	0	-	0	-	0
	У3	-	+	-	0	-
	У4	0	-	+	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угрозы: У1У3Сл2, У4Сл3Сл5.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 13 – Структура работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение задания на выполнение ВКР	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Изучение литературных материалов в области водоочистки	Студент
	3	Проведение анализа современных технологий в области водоочистки	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ по теме	
Теоретические исследования	6	Изучение литературных источников по заданной тематике	Студент
	7	Подбор материалов, использованных в разработке сорбента	
	8	Анализ использования подобных материалов в других работах	
Практические исследования	9	Проведение лабораторных исследований водных сред	Научный руководитель, студент
	10	Подготовка материалов(измельчение химический анализ, модификация)	
	11	Проведение сорбционных процессов в различных режимах	
	12	Оценка эффективности полученных сорбентов по извлечению тяжелых металлов	Студент

Продолжение таблицы 13

Оценка полученных результатов	13	Анализ и обработка полученных результатов	Студент
-------------------------------	----	---	---------

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.- дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.- дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{ri} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{ri} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48 \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 10).












Согласно производственному и налоговому календарю на 2016 год, количество календарных 366 дней, количество рабочих дней составляет 247

дней, количество выходных и праздничных 119 дней (количество предпраздничных дней – 15, количество выходных дней – 104), таким образом:
 $K_{\text{кал}} = 1,48$.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожи}$, чел-дни				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3							
Составление и утверждение задания на выполнение ВКР	2	1	2	2	2	5	2	1,4	3,2	Руководитель	2	1,4	3,2	3	2	5
Изучение литературных материалов в области водоочистки	3	1	3	3	2	5	3	1,4	3,8	Студент	3	1,4	3,8	4	2	6
Проведение анализа современных технологий в области водоочистки	1	2	2	1	4	5	1	2,8	3,2	Студент	1	2,8	3,2	2	4	5
Выбор направления исследований	1	2	3	3	4	8	1,8	2,8	5	Рук. – студ.	0,9	1,4	2,5	1	2	4
Календарное планирование работ	3	7	7	5	14	9	5	9,8	7,8	Рук. – студ.	2,5	4,9	3,9	4	7	6
Изучение литературных источников по заданной тематике	8	9	11	13	18	41	10	11	23	Студент	10	11	23	15	16	34
Подбор материалов, использованных в разработке сорбента	2	1	1	3	2	11	2,4	1,4	5	Студент	2,4	1,4	5	6	2	7
Анализ использования подобных материалов в других работах	1	1	2	1	2	2	1	1,4	2	Студент	1	1,4	2	2	2	3
Проведение лабораторных исследований водных сред	2	1	2	3	2	4	2,4	1,4	2,8	Рук. – студ.	1,2	0,7	1,4	2	1	2
Подготовка материалов	1	1	3	1	1	3	1	1	3	Рук. – студ.	0,5	0,5	1,5	1	1	2
Проведение сорбционных процессов в различных режимах	3	1	1	5	3	4	3,8	1,8	2,2	Студент	3,8	1,8	2,2	6	3	3
Оценка эффективности полученных сорбентов по извлечению тяжелых металлов	1	1	1	3	3	4	1,8	1,8	2,2	Студент	1,8	1,8	2,2	3	3	3

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ, дек													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение задания на выполнение ВКР	Руководитель	5														
2	Изучение литературных материалов в области водоочистки	Студент	6														
3	Проведение анализа современных технологий в области водоочистки	Студент	5														
4	Выбор направления исследований	Рук. – студ.	4														
5	Календарное планирование работ	Рук. – студ.	6														
6	Изучение литературных источников по заданной тематике	Студент	34														
7	Подбор материалов, использованных в разработке сорбента	Студент	7														
8	Анализ использования подобных материалов в других работах	Студент	3														
9	Проведение лабораторных исследований водных сред	Рук. – студ.	2														
10	Подготовка материалов	Рук. – студ.	2														

11	Проведение сорбционных процессов в различных режимах	Студент	3														
12	Оценка эффективности полученных сорбентов по извлечению тяжелых металлов	Студент	3														
13	Анализ и обработка полученных результатов	Студент	3														

■ – студент; ▨ – руководитель.

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования,

износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

В таблице 16 представлены необходимые материальные затраты.

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед.,руб.			Затраты на материал, (Зм),руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Пирит	кг	1	1	1	30	26	25	30	26	25
Цеолит	кг	1	1	1	40	37	34	40	37	34
Гетит	кг	1	1	1	45	40	38	45	40	38
Вода дистиллированная	л	5	5	5	30	28	26	150	140	130
Ступка и пестик	штука	1	1	1	500	480	435	500	480	435
Вода биодистиллированная	л	2,5	2,5	2,5	55	51	47	137,5	127,5	117,5
Сито(диаметр-0,5мм)	штука	1	1	1	200	180	165	200	180	165
Сито(диаметр-1.5)	штука	1	1	1	230	215	200	230	215	200
Сито(диаметр-2.5 мм)	штука	1	1	1	250	230	210	250	230	210
Муравьиная кислота	мл	30	30	30	3	2	1.5	90	60	45
Жидкий азот	л	1	1	1	250	245	248	250	245	248
Фильтр «Синяя лента»	штука	15	15	15	25	23	20	375	345	300
Итого					1658	1557	1449	2297.5	2125.5	1947.5

Вывод: По данным представления материальных затрат на научно-техническое исследование вариант исполнения номер 3 наиболее приемлем и составил 1947,5 рублей.

5.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (7)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн_i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F}, \quad (8)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K - районный коэффициент (для Томска – 30%), F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице:

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб.дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	23264,86	1376,81	7,2	9	13	9907	12391.29	17896.53
Студент	6976,22	412,23	27	29.5	45.5	11130.21	12160.78	18756.46
ИТОГО						21037.21	24552.07	36652.99

Для руководителя:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (23300 + 23000 \cdot 0,3) / 22 = 1374,74 \text{ руб./дн.}$$

Для студента:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (6976,22 + 6976,22 \cdot 0,3) / 22 = 412,23 \text{ руб./дн.}$$

5.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Таблица 18 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	9907	12391.29	17896.53	0,15	1486.05	1858.69	2684.4
Студент	11130.21	12160.78	18756.46		1669.53	1824.11	2813.46
Итого					3155.58	3682.8	5497.86

5.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 год в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 - ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. На основании пункта 1 ст. 58 закона №212 - ФЗ для учреждений осуществляющих

образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%¹.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 19).

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	9907	12391.29	17896.53	1486.05	1858.69	2684.4
Студент-дипломник	11130.21	12160.78	18756.46	1669.53	1824.11	2813.46
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%					
Итого						
Исполнение 1	6556.24					
Исполнение 2	7651.64					
Исполнение 3	11422.88					

¹Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

5.2.9 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 50 - 60 %.

Таблица 20 – Накладные расходы

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Материальные затраты	2297.5	2125.5	1947.5
Основная заработная плата	21037.21	24552.07	36652.99
Дополнительная з.п.	3155.58	3682.8	5497.86
Отчисления во внебюджетные фонды	6556.24	7651.64	11422.88
Коэффициент, учитывающий накладные расходы	50 %		
Z_{накл}	16523	19006	27760.61

5.2.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией

в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 21.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	2297.5	2125.5	1947.5
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	21037.21	24552.07	36652.99
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3155.58	3682.8	5497.86
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6556.24	7651.64	11422.88
5. Накладные расходы	16523	19006	27760.61
6. Бюджет затрат НТИ	49569.53	57018.01	83281.84

Вывод: минимальные затраты у 1 исполнения = 49569.53руб.

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (12)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Исп.1:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = 49569.53/83281.84 = 0.59$$

Исп.2:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = 57018.01/83281.84 = 0.68$$

Исп.3:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = 83281.84/83281.84 = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки всех трех исполнений отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов
исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.Актуальность разработки	0,25	5	2	3
2. Спрос на технологию	0,15	5	2	4
3.Потребность в оборудовании	0,02	5	4	5
4.Эффективность разработки	0,25	5	4	5
5.Надежность	0,13	1	1	1
6. Безопасность	0,06	4	4	5
7.Конкурентоспособность разработки	0,02	1	1	1
8.Затраты на создание сорбционного материала	0,03	5	4	5
9.Цена разработки	0,04	1	1	5
10.Перспективность	0,01	5	5	5
11.Срок эксплуатации продукта	0,02	5	5	5
12.Финансирование на реализацию технической разработки	0,02	1	1	1
ИТОГО	1	4,1	2,6	3,67

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 19).

$$I_{p-исп1} = 5*0,25 + 5*0,15 + 5*0,02 + 5*0,25 + 1*0,13 + 4*0,06 + 1*0,02 +$$

$$5*0,03 + 1*0,04 + 5*0,01 + 5*0,02 + 1*0,02 = 4,1;$$

$$I_{p-исп2} = 2*0,25 + 2*0,15 + 4*0,02 + 4*0,25 + 1*0,13 + 4*0,06 + 1*0,02 +$$

$$4*0,03 + 1*0,04 + 5*0,01 + 5*0,02 + 1*0,02 = 2,6;$$

$$I_{p-исп3} = 3*0,25 + 4*0,15 + 5*0,02 + 5*0,25 + 1*0,13 + 5*0,06 + 1*0,02 +$$

$$5*0,03 + 5*0,04 + 5*0,01 + 5*0,02 + 1*0,02 = 3,67.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} \text{ и т.д.} \quad (14)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.23) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (15)$$

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,7	0,8	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	2,6	3,67
3	Интегральный показатель эффективности	5,86	3,25	3,67
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,55	0,6

Вывод

В данном разделе ВКР была произведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения и показал, что перспективность данной разработки на уровне выше среднего т. к средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки составил 76,2 %.

Также из результатов анализа конкурентных технических решений, следует, что данная разработка, а именно «разработка новых видов сорбционных материалов для очистки водных сред от ионов тяжелых металлов» является актуальной на сегодняшний день и на рынке может зарекомендовать себя как продукт, на который будет спрос в связи с его дешевизной, эффективностью и простотой применения. Так же было составлено планирование выполнения ВКР, что включало в себя структуру работ, определение трудоемкости выполнения. Был рассчитан бюджет научно-технического исследования, включающий материальные затраты, заработанную плату. По результатам расчетов минимальные затраты составили 49569.53руб. В работе определены ресурсная финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования. Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным и результативным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе на тему «Разработка новых видов сорбционных материалов на минеральной основе для извлечения тяжелых металлов из водных сред» технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 исполнение.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматривается рабочее место лаборанта, находящееся в лаборатории № 12 ИФВТ ТПУ по адресу г. Томск, пр. Ленина, 2а, а также вредные факторы производственной среды, опасные факторы производственной среды, которые могут воздействовать на лаборанта, негативные воздействие на окружающую природную среду и чрезвычайные ситуации.

Среди приоритетных химических веществ, загрязняющих гидросферу, особое место занимают тяжелые металлы. В связи с появлением комплекса проблем, связанных с потреблением питьевой воды, был дан толчок развитию в России рынка водоочистительного оборудования. Наличие систем фильтрации теперь считают необходимым как для жилых домов, так и для предприятий различных сфер деятельности. Среди различных методов очистки воды от ионов тяжёлых металлов, сорбционный способ очистки имеет ряд преимуществ перед другими. Поэтому создание новых видов сорбционных материалов является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка и создание нового вида комбинированного сорбционного материала на основе различных минералов и исследование его физико-химических и сорбционных свойств при извлечении из водных сред ионов Cd^{2+} и Pb^{2+} .

6.1 Профессиональная социальная безопасность

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В ходе данной работы были исследованы такие минеральные сорбенты как: гётит, цеолит, пирит. Они представляют собой минералы природного происхождения.

Гётит - распространенный гипергенный минерал, изредка встречается гипогенный гётит, обычно как один из наиболее поздних гидротермальных минералов. Встречается в виде продукта выветривания; образуется в зоне гипергенеза при нормальных температуре и давлении из других железосодержащих минералов: сидерита, магнетита, и др., либо как продукт осаждения в болотах и природных источниках. Основной компонент лимонита, входит в состав бурых железняков. Изредка встречается как гидротермальный минерал в виде игольчатых и столбчатых кристаллов. Гетит представляет собой относительно безопасный минерал. Не обладает токсическими свойствами, пожар – взрывобезопасен. Единственный вредный фактор который может создать объект исследования, это попадание пыли в дыхательные пути при его измельчении до определенных фракций и привести к затруднению дыхания-пульмонологический эффект.

Цеолит - большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену — они способны селективно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы. Данный минерал пожар взрывобезопасен, но обладает токсическими свойствами в виде пыли

Выделяют два типа повреждения клеток под действием цеолитовой пыли. Повреждение одного типа происходит при первичном контакте внешней цитоплазматической мембраны с пылевыми частицами, повреждение другого типа возникает после фагоцитоза пылинок и образования фаголизосомы. В последнем случае разрушению клеточных мембран способствуют также лизосомальные ферменты, входящие в цитоплазму. Проведенные исследования показали, что природный цеолит - клиноптилолит является быстродействующим цитотоксическим агентом. Под его влиянием в течение первых минут происходят набухание и лизис фагоцитирующих клеток и эритроцитов. Следовательно, повреждение клеточных мембран в данном случае происходит уже при первичном контакте поверхности клетки с пылевой частицей и не связано с действием лизосомальных ферментов.

Пирит - минерал, дисульфид железа FeS_2 , самый распространенный в земной коре сульфид. Другие названия минерала и его разновидностей: кошачье золото, «золото дурака», железный колчедан. Минерал полностью безопасен, если не выполнять следующих условий и это его неприятная особенность: находясь в сочетании с углем и подвергаясь воздействию воздуха, он может самовоспламениться и выбрасывать при окислении такие высокотоксичные металлы, как мышьяк.

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

Исследования природных минералов включают в себя измельчение, отбор фракционного состава методом просеивания. Анализ удельного объема пор и удельной поверхности материалов с помощью лабораторного анализатора удельной поверхности «СОРБОМЕТР-М». Также взвешивание образцов и проведение сорбции на модельных растворах в статическом и

динамическом режимах. После этого проводится анализ исходной воды и конечной (после проведения сорбции) на приборе ТА-07. На всех стадиях лабораторных исследований может возникнуть опасный фактор на стадии измельчения и просеивания образцов. Так как поднимается большое количество пыли от мелкого фракционного состава. Особую опасность представляет собой работа с цеолитом, так как пылевидные частицы природного цеолита, обладают выраженной гемолитической активностью и цитотоксичностью в отношении макрофагов организма человека при пульмонотоксикологическом эффекте. Также при взаимодействии пыли цеолита с фагоцитирующими клетками происходит быстрое и интенсивное продуцирование активных форм и соединений кислорода.

Также при проведении исследований в лаборатории создаются опасные факторы от вредных и опасных веществ окружающих лаборанта. Это токсические вещества такие как: сульфат ртути (II) HgSO_4 , дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, серная кислота H_2SO_4 . Они окружают лаборанта и при не соблюдении правил безопасности возможен контакт с этими веществами, даже если они не входили в материалы его исследований. Также опасность может возникнуть при использовании раздражающих веществ: этиловый спирт (этанол) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, пары которого в свою очередь огнеопасны. Сульфат серебра Ag_2SO_4 - пары раздражают слизистые оболочки глаз.

Метеоусловия

Работа лаборанта относится к категории работ Iб (работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением). Оптимальные и допустимые показатели микроклимата, соответствующие данной категории работ и указанные в СанПиН 2.2.4.548-96 [1], можно выделить в таблицы 1 и 2.

Таблица 2 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый		22-24	21-25	60-40	0,1

Таблица 3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин	
Холодный	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0
Теплый		20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0
Период года	Категория тяжести работ, Вт	Скорость движения воздуха, м/с		Относительная влажность воздуха, %
		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более	
Холодный	Iб (140-174)	0,1	0,2	15-75
Теплый		0,1	0,3	15-75

Средняя температура в зимний период составляет приблизительно 19,1°С, следовательно, температура в помещении соответствует допустимым нормам температуры воздуха ниже оптимальных величин. В летний период температура в лаборатории составляла 21,3°С, что также соответствует диапазону допустимых температур ниже оптимальных. Данных по относительной влажности воздуха нет.

Движение воздуха – это важный фактор, способствующий созданию наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности человека. Вентиляция зданий имеет большое значение в оздоровлении условий труда. Она предназначена для удаления вредных выделений из рабочих помещений и подачи в них свежего воздуха. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [27], оптимальное значение скорости движения воздуха для категории работ Ib равно 0,1 м/с. На рассматриваемом рабочем месте, подвижность воздуха менее 0,1 м/с, так как система вентилирования отсутствует, воздух перемещается от сквозняка. Движущийся воздух способствует усилению теплоотдачи организма путем конвекции и излучения, а также созданию условий для испарения влаги с поверхностей слизистых оболочек и кожного покрова.

Шум

Это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук. Источниками шума на рассматриваемом рабочем месте являются: работающее оборудование (спектрофотометр, макет устройства с двигателем, проходящая рядом автомобильная дорога, идущие через перегородку аудиторные занятия). В соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 [28] для учреждений, в которых занимаются научной деятельностью, допустимый уровень звукового давления составляет 50 дБА. Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения в органах слуха, центральной нервной системе и сердечно-сосудистой системе. Также действие шума способствует потере внимания, торможению психических реакций, что в условиях производства может привести к опасности возникновения несчастных случаев.

Психофизиологические вредные факторы

Нервно-психические перегрузки проявляются в форме перенапряжения, умственного перенапряжения. Перенапряжение зрительного анализатора, вызываемое недостаточной освещенностью, необходимостью рассматривать мелкие предметы, вызывает перенапряжение аккомодирующих мышц радужной оболочки глаз. В результате может быть головная боль, боль в области глазниц, прогрессирующая близорукость. При многократном повторении простейших движений работающих испытывает скуку, сонливость, падение интереса к работе.

Освещение

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях. Освещенность рабочих помещений нормируется СНиП 23-05-95. Для лабораторий органической и неорганической химии коэффициент пульсации не более 10 %. Пульсации освещенности на рабочей поверхности утомляют зрение, а также может вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта [29].

Таблица 4 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

Помещения	Коэффициент пульсации освещенности, K_p , %, не более	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Γ – горизонтальная, B – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
			КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, лк		
			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
							всего	от общего	
Лаборатории орг. и неорг. химии	10	$\Gamma-0,8$	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400
Аналитические лаборатории	10	$\Gamma-0,8$	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Лаборатории научно-технические	10	$\Gamma-0,8$	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

6.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Рабочее место располагается на первом этаже 12 лаборатории ИФВТ ТПУ. Данная лаборатория оборудована персональными компьютерами в количестве 5 штук, различным лабораторным оборудованием. Стены окрашены матовой краской светло-бежевых тонов, потолки светлые. В кабинете 4 оконных проема. Продолжительность работ в лаборатории варьируется от 3 часов до 6.

Перед тем, как приступить к работе в химической лаборатории, необходимо пройти инструктажи. Прохождение инструктажа отмечается в лабораторном журнале по технике безопасности. Ответственность за это несет руководитель лаборатории. Все химические реактивы следует хранить только в соответствующей таре с подписанными этикетками. Запрещается хранить растворы щелочей и кислот в тонкостенной стеклянной посуде. Лаборатория должна быть оборудована вытяжным шкафом для хранения кислот, щелочей и проведения опытов с ЛВЖ и ГЖ.

В лаборатории имеется медицинская аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

Перед началом работы должна быть приведена в действие приточно-вытяжная вентиляция, необходимо одеть спецодежду.

Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, порядок и правила техники безопасности, так как беспорядочность, поспешность в работе могут приводить к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

Нельзя нагревать пробирку с растворами реагирующих веществ на сильном пламени, т.к. при этом жидкость выбрасывается из пробирки, что ведет к потере исследуемого вещества.

После окончания работы в лаборатории необходимо привести в порядок рабочее место, убрать все химреактивы в шкафы.

В учебно-научно-исследовательских лабораториях разрешается работать не более 8 часов, при этом каждые 45 - 50 минут работы необходимо делать перерыв не менее 15 минут и после 4 часов работы обеденный перерыв не менее 1 часа.

В химической лаборатории запрещается:

- работать при неисправности вентиляции;
- работать с огнеопасными и взрывчатыми веществами вблизи включенных горелок и электрических приборов;
- оставлять без присмотра нестационарные нагревательные приборы, открытое пламя, работающие установки;
- работать с неисправным оборудованием;
- работать без спецодежды;
- работать в лаборатории одному.

Каждый работник в лаборатории должен иметь защитные приспособления: очки или маску, резиновые перчатки, спецодежду (халат), а в некоторых случаях - прорезиненный фартук и противогаз (для аварийного использования).

Все личные вещи должны находиться в специально отведенном месте.

При окончании работы необходимо выключить силовую электросеть, привести в порядок рабочее место, вымыть и убрать посуду, закрыть газовые и водяные краны, поставить на место реактивы [30].

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Разработанный сорбционный материал представляет собой смесь природных минералов. Он не представляет угрозы для окружающей среды сам по себе. Материал оказывает влияние на окружающую среду только на стадиях разработки и на стадии утилизации. Сначала данный вид сорбционного материала регенерируется путем промывки слабым раствором щелочи. Но как у всякого сорбционного материала у него заканчивается сорбционная емкость и он утилизируется. Утративший свою емкость сорбционный материал увозиться на специальный полигон, либо погружается в старые шахты.

При неправильной утилизации или захоронении может возникнуть такая экологическая опасность. Адсорбирующиеся на его поверхности ионы свинца и кадмия могут снова попасть с осадками в водоемы или грунтовые воды. Данный вид отхода относится к 4 классу опасности.

6.2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

В процессе исследования основным фактором, оказывающим влияние на окружающую среду является процесс измельчения и просеивания материалов. Пыль, образующаяся при этих процессах, выносится с приточно-вытяжной вентиляцией в окружающую среду. Вредное действие пыли не ограничивается влиянием на здоровье человека. Атмосфера способна в

некоторой мере самоочищаться от промышленных загрязнений пылью в результате осаждения твердых частиц, вымывания их из воздуха осадками, растворения и поглощения вредных веществ растениями. В настоящее время процессы самоочищения уже не всегда способны справиться с возрастающим промышленным загрязнением. Загрязняющие атмосферу вещества накапливаются, и в некоторых районах их концентрация уже теперь является недопустимо высокой. Исследования показали, что общая запыленность атмосферного воздуха за полвека значительно возросла. Запыленность атмосферы оказывает сложное влияние на климат. Так же в процессе выполнения исследований на рабочем месте использовались различные химические вещества, вредные пары которых поступали в воздушную среду. Негативное воздействие на гидросферу заключается в сбросе загрязненных вод после промывки лабораторной посуды, водных растворов дихромата калия в общую канализацию. Во время работы образуются следующие виды твердых отходов, оказывающие неблагоприятное воздействие на литосферу: офисная бумага, различные канцелярские принадлежности, перчатки, разбитая стеклянная лабораторная посуда, фильтровальная бумага, ткани. Все отходы выбрасываются в общий мусорный контейнер.

Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные (код отхода 35330100 13 01 1); класс опасности отхода – 1; агрегатное состояние: готовое изделие, потерявшее потребительское свойство; опасное свойство – токсичность. Эксплуатация люминесцентных ламп требует осторожности и чёткого выполнения инструкции по обращению с данным отходом. Опасное вещество ртуть содержится в лампе в газообразном состоянии. Вдыхание паров ртути может привести к тяжёлому повреждению здоровья. При перегорании ртутьсодержащей лампы (выходе из строя) её замену осуществляет лицо, ответственное за сбор и хранение ламп (обученное по электробезопасности и правилам обращения с отходом). Отработанные люминесцентные лампы сдаются только на полигон токсичных отходов для

меркуризации и захоронения. Запрещается сваливать отработанные люминесцентные лампы с мусором.

6.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

При выполнении проектных работ или эксплуатации оборудования действующим природоохранным законодательством предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды. При этом анализируются возможные источники вредных воздействий техногенной деятельности при разработке и реализации ВКР на различные природные среды окружающей среды.

Защита атмосферы

В качестве природоохранных мероприятий во избежание попадания вредных и токсичных паров в воздух рабочей зоны необходимо установить вытяжку с системой очистки (рукавный фильтр) и оборудовать систему вентиляции.

Защита гидросферы

Приказом ТПУ № 391 от 21.01.2015 г. в лаборатории 12 все жидкие отходы необходимо сливать в специальные сливные ёмкости. Отработанные растворы, остатки кислот, сернистых соединений, соединений ртути и серебра, растворы, содержащие йод и т.д. сливают в специальные банки. Нельзя сливать указанные растворы в раковины, соединённые с общей системой канализации.

Защита литосферы

Для уменьшения нагрузки на полигоны целесообразно ввести отдельный сбор мусора. Бумагу и разбитую стеклянную посуду можно использовать вторично. Люминесцентные лампы содержат ртуть и поэтому должны утилизироваться на специальных полигонах токсичных отходов.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Вероятная чрезвычайная ситуация может произойти в случае несоблюдения правил безопасности при работе с пиритом. Его особенность: находясь в сочетании с углем и подвергаясь воздействию воздуха, он может самовоспламеняться и выбрасывать при окислении такие высокотоксичные металлы, как мышьяк. Что приведет к возможному возгоранию сопутствующих веществ, разрушению тары содержащих токсические и легковоспламеняющиеся вещества.

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

Наиболее вероятной ЧС в рамках помещения является пожар.

Возникновение пожара в помещении может обуславливаться следующими факторами:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгоранием устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгоранием мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгоранием устройств искусственного освещения.

При проведении исследований может возникнуть ЧС при измельчении и просеивании материалов. При высокой концентрации пыли может быть выведено из строя оборудование и привести к короткому замыканию, а вследствие к пожару.

При статической сорбции используется оборудование для приведения в движение магнитной мешалки. При высоких оборотах вода может расплескаться из сосуда и попасть внутрь устройства. Что так же может привести к возможному короткому замыканию, а вследствие к пожару. Часто при проведении исследований подключается к сети бидистиллятор. Нужно следить за тем что бы тара менялась по мере ее заполнения. Если не уследить за этим процессом вода может выбежать и замкнуть электрооборудование лаборатории. Часто при проведении исследований одним человеком лаборатория закрывается, а лаборант уходит в другую для проведения центрифугирования, взвешивания или сушки химической посуды.

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

Своевременное и грамотное использование средств защиты является эффективной защитой человека в ЧС. Для защиты от поражающих факторов ЧС, используются средства коллективной и индивидуальной защиты. К поражающим факторам пожара относят открытый огонь, высокие температуры, дым, выделение вредных газов, взрывоопасных, сильнодействующих ядовитых и отравляющих веществ, ударная волна, падающие части строительных конструкций.

Одной из основных причин гибели людей при пожаре является ни огонь и температура, а токсичные продукты горения. Поэтому противоподымная защита зданий, направленная на предотвращение или ограничение опасности

задымления эвакуационных путей и зданий, отдельных помещений и удаление продуктов горения в определенном направлении, является первостепенной задачей противопожарной профилактики. В надлежащих местах должны быть вывешены планы эвакуации людей из здания. При возникновении аварийной ситуации работники лаборатории обязаны прекратить работу и сообщить о случившемся заведующему лабораторией или диспетчеру по ремонту. Далее выполнять его указания по устранению возникшей аварийной ситуации.

При возникновении пожара, воспламенении горючих веществ работник лаборатории должен:

без промедления сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);

принять меры по вызову к месту пожара своего непосредственного руководителя или другого ответственного лица;

покинуть зону воздействия опасных факторов пожара, воздействующих на организм человека, за пределы помещения или здания, в которых возник пожар;

отключить электрооборудование (электропечи, сушильные шкафы, термостаты, фотоэлектрические установки и др.), электрические приборы, аппараты, стенды и электропитание в помещении, где возник пожар (загорание);

перекрыть газовый кран, погасить газовую горелку, спиртовку;

выключить приточно-вытяжную вентиляцию;

вынести из помещения сосуды с огне- и взрывоопасными веществами, используя при необходимости СИЗ органов дыхания типа СПИ-20 или ГЗДК;

приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения. Для тушения пожара и воспламенения горючих веществ следует пользоваться:

при воспламенении ГЖ, смешивающихся с водой, - любыми огнетушителями, струей воды, песком, асбестовым или брезентовым покрывалом;

при воспламенении ГЖ, не смешивающихся с водой, - углекислотными или порошковыми огнетушителями, песком.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78: рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество; рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

В соответствии с СН-245-71 в помещении должен быть организован воздухообмен. Для улучшения воздухообмена необходимо выполнить следующие технические и санитарно-гигиенические требования: общий объем притока воздуха в помещении должен соответствовать объему вытяжки; правильное размещение приточной и вытяжной вентиляции.

В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещений: потолок - белый или светлый цветной; стены - сплошные, светло-голубые; пол - темно-серый, темно-красный или коричневый. Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления. При выполнении интерьера, обычно выбирают не более трех основных цветов небольшой насыщенности. Окраска оборудования и приборов, в основном,

имеет светлые цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним[31].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод, что проблема загрязнения водных сред на сегодняшний день остается актуальной. Тяжелые металлы сбрасываются в реки, проникают в грунтовые воды тем самым разрушая экосистему гидросферы, нанося необратимый вред. Поступление тяжелых металлов в организм человека или животного оказывает на него негативное воздействие и приводит к серьезным заболеваниям.

Основной проблемой современных технологических систем применения является разработка экологически безопасных технологий с максимально замкнутым циклом и минимальным количеством отходов.

В результате направленных исследований сорбционных материалов в данной работе, применительно к очистке водных сред позволяет сделать вывод о возможности их применения на производстве.

Физико-химические свойства природных минералов Цеолит Чугуевского месторождения (Приморский край), пирит Каталинского месторождения (Урал) - дисульфид железа химического состава FeS_2 (46,6 % Fe, 53,4 % S). Нередки примеси Co, Ni, As, Cu, Au, Se, гётит Белореченского месторождения (Ненецкий АО) химическая формула ($\alpha\text{-Fe}_3\text{O}(\text{OH})$) и созданный на их основе комбинированный сорбционный материал позволяют применить их в качестве сорбентов для очистки воды от тяжелых металлов практически до любых остаточных концентраций.

Использование сорбентов на минеральной основе позволяют получать очищенную до необходимых нормативов воду, возвращать в технологический цикл ценные исходные компоненты. Представленные в работе результаты исследования направлены на уменьшение воздействия тяжелых металлов, на организм человека и окружающую среду.

В результате выполненного анализа экономической эффективности был составлен перечень этапов и работ, распределены исполнители. В качестве исполнителей выступали: научный руководитель, лаборант, студент.

Были рассчитаны ожидаемая трудоемкость выполнения работы и продолжительность одной рабочей смены. На основе этих данных была составлена таблица временных показателей проведения научного исследования. Также был построен календарный план-график проведения НИОКР, где наглядно показаны временные промежутки выполнения различных видов работ.

Был проведен математический расчет материальных затрат, согласно которым затраты на материалы для проведения лабораторных испытаний составили 49569,53 рублей,

Также в процессе исследования рабочего места, находящегося в лаборатории №12, были выявлены следующие вредные факторы производственной среды – параметры микроклимата, шум, электромагнитные поля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. М.: Гидрометеиздат, 1991. – 423 с.
2. Исидоров. В.А. Введение в химическую экотоксикологию.: Химиздат,1998.– 134 с.
3. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
4. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем //Соросовский образовательный журнал. 1998. № 5. с. 23 # 29.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
6. Вишневецкий В.Ю., Ледяева В.С. Влияние качества питьевой воды на организм человека. //Материалы Шестой Всероссийской научной конференции «Экология 2011 - море и человек». -Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011 -С 54 -60.
7. Персикова Т.Ф. Тяжелые металлы и окружающая среда/ Белорус. с.-х. акад. – Горки: БСХА, 1995. - с. 5 – 26
8. Вольфдитрих Эйлер // Яды в нашей пище [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2008. Режим доступа :<http://n-t.ru/ri/eh/yd04.htm> – Загл. с экрана (дата обращения: 20.04.2016)
9. Персикова Т.Ф. Тяжелые металлы и окружающая среда/ Белорус. с.-х. акад. – Горки: БСХА, 1995. - с. 5 – 26
10. Ревич Б. А. // Влияние кадмия на здоровье человека [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. . – 2002. Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22660.html> – Загл. с экрана (дата обращения: 8.05.2016)

11. Вода России. Математическое моделирование в управлении водопользования / под науч. ред. А.М. Черняева. – Екатеринбург: Изд-во «Аква-Пресс», 2001. – 520 с.

12. К.х.н. О.В. Мосин.// Методы обнаружения тяжёлых металлов в воде [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2012. Режим доступа :<http://zhivajavoda.ucoz.ru/news/2012-03-13-684> – Загл. с экрана (дата обращения: 9.05.2016)

13. Батуева, Д.М. Определение содержания ионов тяжелых металлов в воде методом инверсионной вольтамперометрии / Батуева Д.М., Гомбоева С.В. - Улан-Удэ, 2003.

14. Климов, И.Т. Химико-спектральное определение микроэлементов (тяжелых металлов) в природных водах с применением концентрирования экстракцией / Гидрохим. Ин-т. – Новочеркасск, 1961.

15. Сайт компании ООО «САРМА» [Электронный ресурс] // <http://www.sarma-ltd.ru> – Режим доступа: <http://www.sarma-ltd.ru/doc/?id=29> – Загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2016)

16. Чиркст Д.Э. Сорбция железа (2+) железомарганцевыми конкрециями // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. – Вып. 4. – С. 599– 605.

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

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

19. Зыкова И.В., Лысенко И.В., Панов В.П. Адсорбция ионов меди керамической крошкой из бинарных и многокомпонентных растворов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2004. – Т. 47. – Вып. 9. – С.151–152.

20. 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.

21. Морозов Д.Ю., Шулаев М.В., Емельянов В.М., Нуруллина Е.Н. Исследование адсорбционной очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов // Вестник Казанского технологического университета. – 2004. – № 1. – С. 95–98.

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

23. Глазкова, Е. А. Извлечение нефтепродуктов из водных сред многослойными фильтрами: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Томск, 2005.– 25 с.

24. Андреева, Н. П. применение комплексных сорбентов для очистки сточных вод от крупномолекулярных органических соединений и ионов тяжелых металлов / Андреева Наталья Петровна. – Москва. - 2006.

25. Теория и практика сорбционных процессов / Под ред. Е. В. Веницианова . – Воронеж, 1998. – Вып. 23. – 24 с.

26. Губайдуллина Т. А. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа / Т.А. Губайдуллина // Экологические системы и приборы. - 2006 - №8 – С. 59-62.

27. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21).

28. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением №1).

29. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 2.2.1/2.1.1. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных пунктов. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

30. Правила устройства электроустановок (шестое издание, дополненное с исправлениями). Госэнергонадзор, Москва. 2000.

31. Безопасность жизнедеятельности. Чрезвычайные ситуации: Задания и методические указания по выполнению практических работ № 1 и № 2 для студентов всех направлений и специальностей. Томск: Изд-во ТПУ - 2005 – 20 с.

32. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" - №1 - 2003 г.

33. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" - №7 - 2002 г.

34. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчика. - М.: Энергия. - 1980. - 175 с.

35. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа - 2006. –

399

