

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы				
<b>Исследование портативной фильтровальной системы в процессе очистки воды</b>				

УДК 628.353.08-026.26:614.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Ермолаева Галина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Л.Ю.	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2020 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению  
20.03.01 Техносферная безопасность**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>
<b>Общие по направлению подготовки</b>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
<b>Профиль</b>	
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.03.01 Техносферная безопасность  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
04.02.2020 г.

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

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Ермолаевой Галине Сергеевне

Тема работы:

Исследование портативной фильтровальной системы в процессе очистки воды
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 № 59-52/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2020 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования является портативная фильтровальная система в процессе очистки воды в полевых, походных и экстремальных условиях.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Изготовить малую водоочистную систему, применяемую в походных, полевых и экстремальных условиях. Исследовать сорбционные свойства полученной водоочистной системы при использовании

	минерального сорбента с разным гранулометрическим составом. Определить фильтрационные свойства полученной водоочистной системы при удалении из воды ионов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ и солей жёсткости.
<b>Перечень графического материала</b>	Таблицы, графики, рисунки
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>Спицына Любовь Юрьевна</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Гуляев Милий Всеволодович</b>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	д.т.н.		04.02.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Ермолаева Галина Сергеевна		04.02.2020 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Уровень образования бакалавриат  
Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2020 г.	Разработка раздела «Обзор литературы», подбор литературы, проведение теоретических обоснований	20
23.03.2020 г.	Разработка раздела «Исследование процесса очистки воды на выбранном сорбенте», рассмотрение методов и проведение эксперимента	10
06.04.2020 г.	Определение фильтрационных свойств полученной водоочистной системы при удалении из воды ионов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ и солей жёсткости, составление таблиц	15
20.04.2020 г.	Разработка раздела «Исследование фильтровальной системы», проведение эксперимента	15
11.05.2020 г.	Изучение сорбционных свойств полученной водоочистной системы при использовании минерального сорбента с разным гранулометрическим составом и составление графиков	10
25.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
08.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б.	д.т.н.		04.02.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Ермолаевой Галине Сергеевне

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 16751,29 руб. Оклад студента – 6976,22 руб. Бюджет проекта не более 72 000 руб.
Нормы и нормативы расходования ресурсов	-коэффициент дополнительной заработной платы 0,15%; - накладные расходы 50%; - районный коэффициент 30%. Значение показателя интегральной ресурсоэффективности - не менее 3,35 баллов из 5.
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1%.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, конкурентоспособность.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета.

3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования.
---	--

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>04.02.2020</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Ермолаева Галина Сергеевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Ермолаевой Галине Сергеевне

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Исследование портативной фильтровальной системы в процессе очистки воды	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является лаборатория ТПУ, ауд. 10/1, расположенная по адресу г. Томск, ул. Ленина проспект, 2а ст11г.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства;

<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b>  2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов  2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при разработке мобильной водоочистной системы в процессе очистки воды и эксплуатации оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- неудовлетворительный микроклимат;</li> <li>- повышенный уровень напряженности электростатического поля.</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (отходы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (отходы);</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> <li>- Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	04.02.2020
--	------------



**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Ермолаева Галина Сергеевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 страниц, 8 рисунков, 28 таблиц, 25 источников, 0 приложений.

Ключевые слова: портативная фильтровальная система, походный фильтр, полевой фильтр, цеолит Холинского месторождения, чрезвычайные ситуации.

Объектом исследования является мобильная портативная фильтровальная система в процессе очистки воды.

Цель работы – создание малой мобильной системы для эффективной очистки воды в походных, полевых и экстремальных условиях от механических, химических и микробиологических загрязнителей.

В процессе исследования проводились эксперименты фильтровальной системы очистки воды с применением цеолита.

В результате исследования были выявлены свойства цеолита Холинского месторождения с разным гранулометрическим составом, а также определена степень извлечения солей жесткости из водных растворов при различном времени контакта.

Степень внедрения: в разработке.

Экономическая эффективность/значимость работы: В полевых, походных, а также в условиях ЧС предоставлять чистую воду населению без придания электрических и механических усилий.

В будущем планируется портативную фильтровальную систему увеличить в объеме.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
2. СОУТ ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
3. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017.
4. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
5. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
8. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.
9. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
10. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
11. ГОСТ Р 12.1.019- 2009 ССБТ регламентирует требования к защите от поражения электрическим током.
12. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

13.НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении.

14. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

## Оглавление

РЕФЕРАТ .....	10
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	11
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	12
ВВЕДЕНИЕ.....	16
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	19
1.МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ .....	19
1.1.Механические методы очистки вод .....	19
1.2.Химические методы очистки вод .....	20
1.3.Физико-химические методы очистки вод.....	20
1.4.Биологические методы очистки вод.....	20
1.5.Методы удаления жесткости.....	20
1.6.Сорбционный метод очистки воды .....	22
1.7.Природные цеолиты.....	23
1.8.Фильтровальные установки для воды.....	25
2.ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ВЫБРАННОМ СОРБЕНТЕ ..	28
2.1.Материалы исследования .....	28
2.2.Материалы и аппаратура для исследования цеолита .....	30
2.3.Лабораторная установка для вакуумного фильтрования.....	31
2.4.Метод вольтамперометрии.....	32
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	34
3.1.Состав фильтровальной системы .....	34
3.2. Метод исследования для портативной фильтровальной системы.....	36
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	39
4.1.Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	40
4.2.Потенциальные потребители результатов исследования .....	40
4.3.Анализ конкурентных технических решений .....	41

4.4.Технология QuaD .....	43
4.5.SWOT-анализ .....	44
4.6.Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	48
4.7.Планирование научно-исследовательских работ.....	50
<b>4.8.Структура работ в рамках научного исследования .....</b>	<b>50</b>
4.9.Определение трудоемкости выполнения работ .....	51
4.10.Разработка графика проведения научного исследования .....	52
4.11.Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	57
4.12.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	62
<b>5.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>	<b>66</b>
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	68
5.2. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	68
5.3.Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	68
5.4.Производственная безопасность.....	70
5.5.Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	70
5.6.Повышенный уровень Шума .....	71
5.7.Недостаточная Освещенность рабочей зоны .....	72
5.8.Микроклимат .....	74
5.9.Электробезопасность .....	76
5.10.Обоснование мероприятий по снижению воздействия.....	77
5.11.Экологическая безопасность.....	78
5.12. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	79
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>84</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>85</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в России проблема очистки воды от различных видов загрязнений является невероятно важной. 99 % всей воды из поверхностных источников непригодна для питья без предварительной очистки и Томская область здесь не исключение. А в условиях возможных чрезвычайных ситуаций данная проблема может усугубиться.

Актуальность исследованной темы заключается в том, что существующие сегодня на водоочистном рынке походные фильтры не способны в полной мере очистить загрязнённую воду от различных видов химических и микробиологических примесей. Многие водоочистные системы могут работать только при наличии электроэнергии, или придания им механических и электрических усилий. А в условиях чрезвычайной ситуации жизненно необходима эффективная очистка воды от различных загрязнений, при любых исходных концентрациях.

В полевых, походных условиях, а также чрезвычайных ситуациях, там, где отсутствуют стационарные системы очистки воды, проблема потребления качественной воды становится особенно острой. Подземную и, особенно, поверхностную воду перед употреблением необходимо очищать не только от механических, но и от химических и микробиологических загрязнений, которые будут обладать более широким спектром действия в сравнении с применяемым сорбентом.

Очистка воды в полевых, походных, а также в условиях чрезвычайных ситуациях имеет очень большое значение. В существующих походных фильтрах используются различные методы очистки воды, такие как: мембранная очистка, ионный обмен, сорбция. В данной работе будет рассмотрено использование сочетания сорбционных и ионообменных методов в исследуемой



фильтровальной установке. Для снижения себестоимости исследуемого фильтра, в нем применялся доступный и недорогой минеральный сорбент.

Чистота воды сегодня является мировой проблемой. В бедных странах чистой воды почти не найти, так как источник загрязняется постоянными органическими выбросами на земле. Если пить такую воду, можно заразиться холерой, дизентерией, желтухой и другими инфекционными заболеваниями. Это первый источник развития гельминтоза, поражающего все органы.

Во многих странах мира наблюдается острый дефицит чистой питьевой воды. По данным ВОЗ (всемирная организация здравоохранения) более 1 миллиарда человек на планете, не имеют доступа к источникам чистой питьевой воды, 3,4 миллионов человек в год заболевают от потребления некачественной воды [1].

В Томской области чрезвычайные ситуации, связанные с загрязнением гидросферы возможны в случае весенних паводков или наводнений, когда многие источники водоснабжения оказываются затопленными, а населенные пункты отрезаны от инфраструктуры. Также возможно загрязнение поверхностных и подземных вод в результате аварий на промышленных предприятиях и несанкционированного сброса производственных химических стоков. В случае эпидемий, необходима надёжная очистка воды из используемых источников. Для безопасного использования воды в питьевых целях необходимо эффективно удалять присутствующие в ней загрязнения. Именно поэтому очистке воды для дальнейшего ее использования в походных, полевых и экстремальных условиях уделяется особое внимание во всем мире [2].

Целью моей работы является – создание малой мобильной системы для эффективной очистки воды в походных, полевых и экстремальных условиях от химических загрязнений.

Предполагается, что на основе разрабатываемых материалов будут создаваться технологии водоочистки (водоочистные системы) с низкой себестоимостью, эффективно очищающие водные среды от различных видов загрязнений.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изготовить малую водоочистную систему, применяемую в походных, полевых и экстремальных условиях.

2. Исследовать сорбционные свойства полученной водоочистной системы при использовании минерального сорбента с разным гранулометрическим составом.

3. Определить фильтрационные свойства полученной водоочистной системы при удалении из воды ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и солей жёсткости.

Водоочистная система может иметь разные габариты, разную производительность, и, соответственно, может быть индивидуального применения и коллективного, в зависимости от количества людей. Тогда возможным станет реализовать принцип: не доставлять воду в места отсутствия питьевой воды, а очищать ту воду, которая имеется везде.

Автоматически это повлечет за собой резкое сокращение использования пластиковой тары для розлива воды. Как известно пластик плохо разлагается и в настоящее время представляет собой большую угрозу окружающей среде.

Предметом исследования является природный минерал цеолит Холинского месторождения.

Методом исследования является исследование сорбционных свойств разработанного походного фильтра, при извлечении из модельного раствора ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , и солей жесткости.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Вода – природный ресурс, а ее главное значение заключается в следующем:

1. это важное звено природных ресурсов;
2. это основная часть животного и растительного мира;
3. это сырье в народном хозяйстве;
4. это универсальный растворитель;

С учетом технико-экономических показателей подбираются оптимальные методы очистки воды. Чтобы выбрать способ очистки, необходимо учитывать некоторые факторы.

Существуют основные методы очистки воды:

1. механический;
2. химический;
3. физико-химический;
4. биологический.

На сегодняшний день существует проблема очистки воды от различных видов химических примесей. Существует много методов водоочистки, которые можно разделить на следующие основные группы по используемым принципам [3, 4].

#### *1.1. Механические методы очистки вод*

Основаны на процедурах процеживания, фильтрации, отстаивания и инерционного разделения. Эти методы позволяют отделять нерастворимые примеси. С точки зрения стоимости, механические методы очистки являются одним из самых дешевых методов.

## **1.2. Химические методы очистки вод**

Используются для отделения растворимых неорганических примесей от сточных вод. При обработке сточных вод реагентами они нейтрализуются, обесцвечиваются и обеззараживаются. В процессе химической очистки может накапливаться довольно большое количество осадка.

## **1.3. Физико-химические методы очистки вод**

При этом используются процессы коагуляции, окисления, сорбции, экстракции, электролиза, ионообменной очистки, обратного осмоса. Это высокоэффективный метод очистки с высокой стоимостью. Он позволяет очищать сточные воды от мелких и крупных частиц, а также растворенных соединений.

## **1.4. Биологические методы очистки вод**

В основе этих методов лежит использование микроорганизмов, поглощающих загрязнителей сточных вод. Применяются биофильтры с тонкой бактериальной плёнкой, биологические пруды с населяющими их микроорганизмами, аэротенки с активным илом из бактерий и микроорганизмов.

Нас интересуют многие загрязнители, но в рамках этой исследовательской работы мы рассматриваем при удалении из воды ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и солей жёсткости.

## **1.5. Методы удаления жесткости**

«Жесткая» вода – одна из самых распространенных проблем, причем как в загородных домах с автономным водоснабжением, так и в городских квартирах с централизованным водопроводом.

Жесткость воды в основном связана с катионами кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Но на самом деле все двухвалентные катионы в разных соотношениях

оказывают влияние на жесткость воды. Они вступают в реакцию с анионами, образуя соединения солей жесткости, которые могут осаждаться. Одновалентные катионы (например, натрий  $\text{Na}^+$ ) не выпадают в осадок [5].

В таблице 1 представлены катионы металлов, которые вызывают жёсткость в водной среде и анионы, с которыми они ассоциируются.

*Таблица 1 – Соли жесткости*

Катионы	Анионы
Кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Сульфат ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
Магний ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Хлорид ( $\text{Cl}^-$ )
Марганец ( $\text{Mn}^{2+}$ )	Нитрат ( $\text{NO}_3^-$ )
Стронций ( $\text{Sr}^{2+}$ )	Силикат ( $\text{SiO}_3^{2-}$ )
Железо ( $\text{Fe}^{2+}$ )	Гидрокарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ )

Фактически железо, стронций и марганец оказывают на жесткость очень незначительное действие, поэтому их, как правило, не учитывают. Трехвалентное железо ( $\text{Fe}^{3+}$ ) и алюминий ( $\text{Al}^{3+}$ ) оказывают влияние на жесткость, но при тех уровнях pH, которые имеются в природных водах, их растворимость и действие на жёсткость незначительны. Помимо этого, не берётся в расчёт и малое влияние бария ( $\text{Ba}^{2+}$ ).

Существуют различные методы устранения солей жесткости из воды, такие как:

1. Электромагнитный метод устранения временной жесткости;
2. Магнитный метод устранения постоянной жесткости;
3. Ультразвуковой метод;
4. Сорбционный метод;
5. Ионообменный метод;

## 6. Безреагентный метод.

Среди представленных методов устранения солей жёсткости из воды, сорбционный занимает особое место. Во-первых, это один из немногих методов, который может очистить загрязнители в воде практически до нуля. Во-вторых, сорбционный метод применим везде (начиная с походных условий, заканчивая лабораториями и производством). Именно поэтому мы решили рассмотреть данный метод.

### *1.6. Сорбционный метод очистки воды*

Сорбционная очистка воды – это высокоэффективный метод глубокого очищения. При сорбции устраняются вредные химические соединения и примеси за счет того, что частицы связываются между собой из-за силы молекулярного взаимодействия. Сорбционная очистка воды состоит в том, что с помощью сорбционных материалов можно очистить воду от таких органических веществ, которые не удалялись с помощью других методов [6].

Благодаря очищению высокоактивными сорбентами обеспечивается выход воды с почти нулевыми остаточными концентрациями. Высокоактивные сорбенты реагируют даже с теми веществами, которые содержатся в воде в малых концентрациях, когда остальные методы не работают.

Благодаря очистке высокоактивными сорбентами обеспечивается выход воды с практически нулевыми остаточными концентрациями. Высокоактивные сорбенты реагируют даже с теми веществами, которые содержатся в воде в низких концентрациях, когда другие методы не работают.

Известно, что широкое применение среди сорбентов имеют минеральные сорбционные материалы. Они уступают по эффективности синтетическим или наноструктурным сорбентам, но они гораздо лучше по себестоимости, поэтому имеет актуальность работа по исследованию водоочистных свойств различных сорбционных материалов.

### *1.7. Природные цеолиты*

Цеолит – природный, кристаллизованный минерал вулканической породы. Его добывают из земли. Самое известное применение цеолитов – поглощать токсины, тяжелые металлы, плесень, химические вещества и неприятные запахи.

Цеолит обладает и каталитическими свойствами, ускоряет некоторые химические реакции. Цеолит имеет богатый химический состав и при приеме внутрь обеспечивает организм большим количеством полезных минеральных веществ.

На микроскопическом уровне кристаллы цеолита имеют сложную решетчатую структуру, напоминающую соты. Соединительные каналы этой структуры заряжены отрицательно, а внутри каналов — положительные ионы, которые улавливают запахи, газы, плесень, тяжелые металлы и токсины.

Цеолиты – это группа минералов, которая занимает 6-е место по распространенности в стратосфере. На практике используются только некоторые образцы. Так как цеолиты после дегидратации покрываются системой очень узких каналов, то вследствие диффузии по этим каналам цеолит будет труднодоступен. При дегидратации происходят изменения в структуре цеолита, в частности в характере локализации катионов и структуре каркаса. Дегидратация происходит таким образом, что их структура частично разрушается, и процесс дегидратации становится необратимым. Цеолиты используются в качестве молекулярного сита, структура которого остается неизменной после полной дегидратации. Для определения сферы применения цеолита такие показатели, как кристаллическая структура, наличие пор в структуре цеолита, также должны быть термически стабильными и обладать термической стабильностью. Поэтому в промышленности они все чаще используются в качестве адсорбентов, молекулярных сит и катализаторов [7].

Цеолит – светлый минерал, имеет осадочно-вулканическое происхождение. Природный цеолит относится к стабильным алюмосиликатам с каркасной структурой кристаллической решетки, которая имеет слоистую структуру.

Природный цеолит обладает уникальными свойствами и активно используется в строительстве, промышленности, медицине и быту. Благодаря пористой структуре он способен поглощать вредные вещества, излишки влаги, неприятные запахи и является отличным натуральным адсорбентом. Существует порядка 50 видов природного цеолита и более 100 – его искусственного аналога.

Это крепкий минерал, поэтому его активно используют в строительстве для изготовления высокопрочных, огнеупорных бетонных блоков.

Направления переработки и применения природного цеолита представлены на рисунке 1.



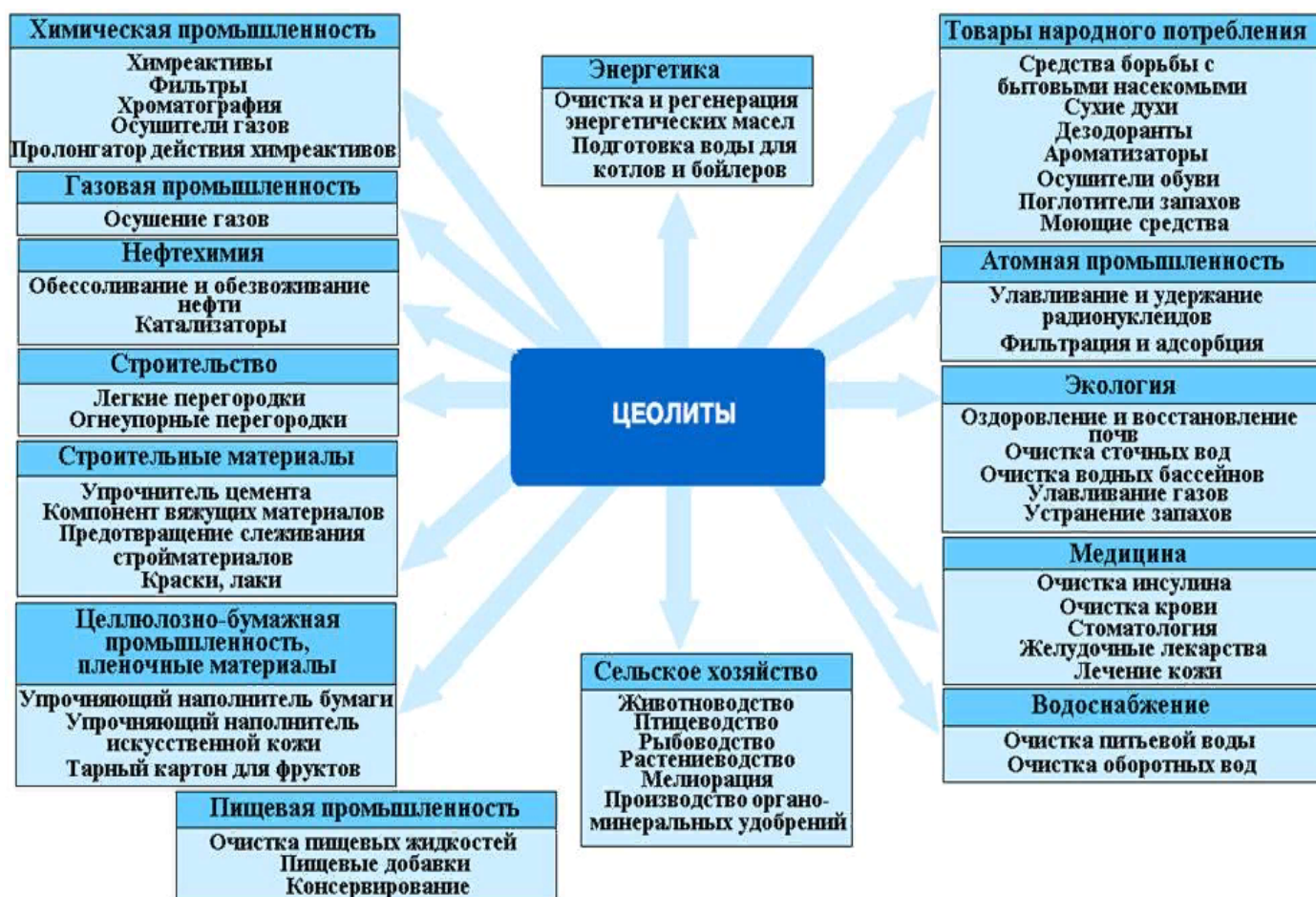


Рисунок 1- сфера применения цеолитов

### 1.8. Фильтровальные установки для воды

Практически ни один источник водоснабжения на территории нашей страны не может быть использован для полевых, бытовых, промышленных нужд без подготовки воды. Современные фильтрационные системы для воды обеспечивают необходимый уровень очистки воды от всех видов примесей: механических, химических, биологических и бактериологических. Достигается это преимущественно за счет использования многоступенчатых фильтрующих установок.

Подбор систем фильтрации воды осуществляется с учетом ее исходного состава, наличия и характера загрязнений. Применяемые в них методы очистки

различны по физическим принципам, а также по химическим способам обработки. В большинстве фильтровальных установок на воду они сочетаются в различных вариантах, что позволяет получить жидкость, пригодную для питья, приготовления пищи и для использования в других целях.

Рассмотрим характеристики ручного фильтра и фильтра-ведра.

У ручного фильтра производительность составляет 3 л/ч. Очищает природную и денатурированную воду. Простота использования, не требуется механических усилий, энергозатрат, дополнительных приспособлений. За счёт простоты исполнения и доступности материалов - низкая себестоимость. Широкий диапазон улавливаемых загрязнений.

**Улавливаемые загрязнения:**

1. Тяжёлые металлы;
2. Микробиологические загрязнения;
3. Нефтепродукты;
4. Радионуклиды;
5. Соли жёсткости;
6. Активный хлор;
7. Фенолы;
8. Пестициды.

Ручной походный фильтр представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2 – ручной фильтр**

Производительность фильтра – ведра составляет 5 л/ч. Очищает питьевую, природную и денатурированную воду. Фильтрация механических примесей. Эффективно удаляет из воды химические загрязнения. Очищает воду от микробиологических загрязнений. Простота использования, не требуется механических усилий, энергозатрат, дополнительных приспособлений. За счёт простоты исполнения и доступности материалов - низкая себестоимость. Широкий диапазон улавливаемых загрязнений.

1. Улавливаемые загрязнения:
2. Тяжёлые металлы;
3. Микробиологические загрязнения;
4. Нефтепродукты;
5. Радионуклиды;
6. Соли жёсткости.

Фильтр ведро представлен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – фильтр ведро**

На данный момент на рынке водоочистных устройств практически отсутствуют эффективные системы, позволяющие очищать воду в любых ситуациях без применения электричества и механических усилий. На водоочистном рынке присутствует не малое количество различных фильтровальных систем предназначенных для очистки воды в экстремальных условиях. Но многие из имеющихся фильтровальных установок не могут добиться эффективной очистки, или предназначены только для определённых видов загрязнителей. Поэтому важной задачей является создание новых видов фильтровальных установок для очистки воды в полевых и походных условиях от различных видов загрязнений.

## **2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ВЫБРАННОМ СОРБЕНТЕ**

### **2.1. Материалы исследования**

В работе исследованы сорбционные свойства такого минерального сорбента, как цеолит Холинского месторождения с фракцией менее 0,1 мм, 0,5-1 мм, 1,5-2,5 мм.

Данный минерал представлен на рисунке 4.



**Рисунок 4 – цеолит Холинского месторождения**

Рассмотрим сначала, что представляет из себя данный минерал, каковы его основные свойства.

Свойства минерала следующие:

1. Способность поглощать загрязнения благодаря открытой каркасно-полостной структуре;
2. Совмещает сорбцию и фильтрацию;
3. Сыпучесть, простота хранения.

Назначение:

1. Фильтрационный материал при очистке воды;
2. Сорбционный материал при очистке воды.

### Особенности Цеолита Холинского месторождения:

1. Совмещает сорбцию и фильтрацию;
2. Высокая пористость, что придает высокие гидродинамические характеристики;
3. Регенируемый материал – возможность повторного использования.

Цеолит (Холинского месторождения) – 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.

Еще одним важным свойством цеолитов является способность к обмену ионами – они способны избирательно выделять и повторно поглощать различные вещества, а также обмениваться катионами.

Область применения: фильтры (сорбция, ионный обмен) для питьевого и промышленного водоснабжения.

### *2.2. Материалы и аппаратура для исследования цеолита*

1. магнитная мешалка;
  2. колба мерная 50 мл;
  3. стеклянный стакан 100 мл;
  4. железо (II) сернокислое 7-водное (ХЧ) и марганец (II) сернокислый водный (ЧДА);
  5. микродозатор 100 – 1000 мкл;
  6. термометр лабораторный по ГОСТ 400 с диапазоном измерения от 0 до 50°C и погрешностью измерения  $\pm 0,1$  °C;
1. приемная емкость для фильтрата - цилиндр объемом 500 мл по

ГОСТ 1770;

2. секундомер типа СОП пр-26-2-000 с ценой деления 0,2 с;
3. вода дистиллированная по ГОСТ 6709;
4. весы лабораторные общего назначения 1 и 2-го классов точности с
5. наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью измерения  $\pm 0,001$  г;
6. мерный цилиндр 50 мл.

### *2.3. Лабораторная установка для вакуумного фильтрования*

1. воронка Бюхнера;
2. бумажный фильтр для тонкодисперсных осадков (синяя лента);
3. колба Бунзена (с тубусом);
4. вакуумный насос;
5. силиконовый шланг;

#### Проведение эксперимента

1. К сорбенту весом 0,5 г, находящемуся в стакане ( $V=50$  мл), добавляем по 50 мл раствора, содержащего ионы  $\text{Fe}^{2+}$  или  $\text{Mn}^{2+}$  с концентрацией  $C=25$  мг/л из мерного цилиндра.
2. Закрепляем стакан на магнитной мешалке, включаем её на малые обороты вращения и ведем процесс сорбции от 0,5 до 150 минут.
3. После проведения процесса сорбции снимаем стакан с мешалки и отфильтровываем раствор с сорбентом на установке для вакуумного фильтрования через бумажный фильтр «синяя лента». Отфильтрованный от сорбента раствор (фильтрат) анализируем на содержание в нём ионов железа, или ионов марганца.

Определение в модельных растворах и фильтратах ионов железа и марганца проводили с использованием метода инверсионной вольтамперометрии на приборах ТА-Fe и ТА-Mn.

#### *2.4. Метод вольтамперометрии*

1. Подготовить рабочие стеклоуглеродные электроды – покрыть  $\text{AuCl}_3$  с помощью анализатора.
2. Проверить работоспособность анализатора.
3. Провести отмывку электродов бидистиллированной водой в анализаторе, после окончания процесса вылить воду из стаканчика.
4. Измерить концентрацию в пробе, в стаканчик с модельным раствором установить в анализатор.
5. После окончания измерения фона, выдаётся звуковой сигнал и появляется сообщение «Введите пробу». Внести в стаканчик требуемый объём пробы. Запустить измерение пробы.
6. После окончания измерений выдаётся звуковой сигнал и появляется сообщение «Введите добавку». Ввести добавку АС (Аттестованную смесь)  $\text{Fe}^{2+}$  или  $\text{Mn}^{2+}$ . Запустить измерения. После завершения измерения на индикатор выводится результат: концентрации железа в пробе,  $\text{мкг/дм}^3$ .

Исходя из полученных данных концентраций, были получены графики степени сорбции от времени контакта.

Результаты исследований представлены на рисунке 5 – 6.



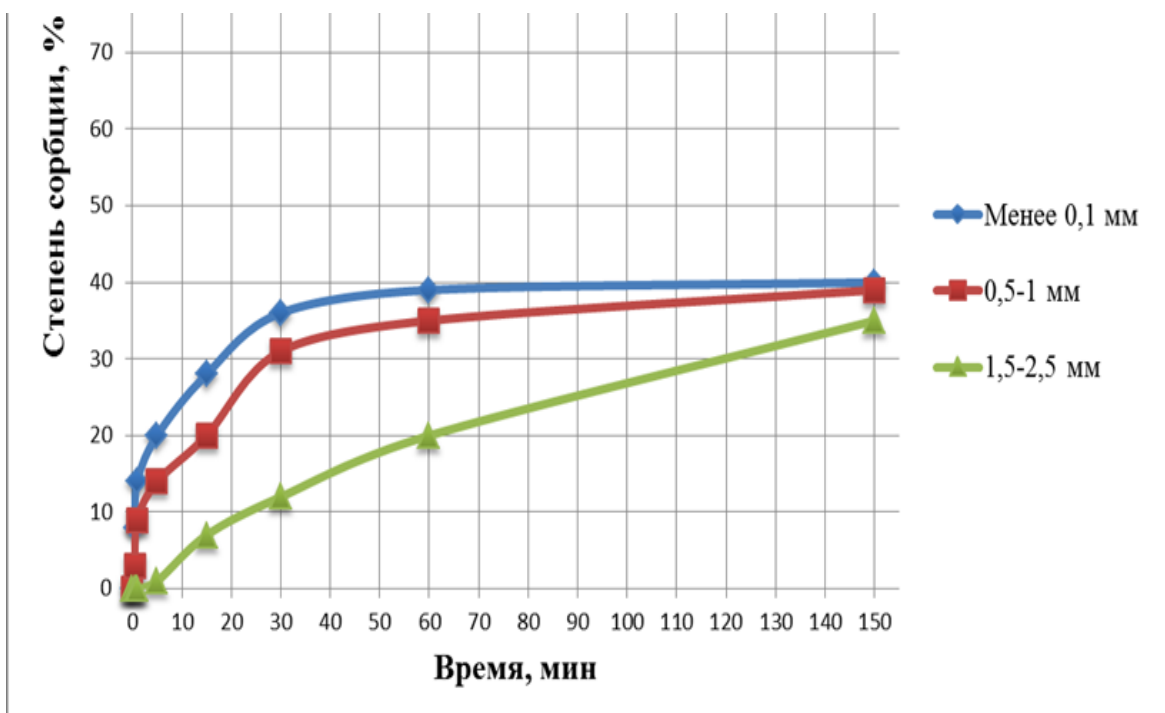


Рисунок 5 – Зависимость степени извлечения ионов  $Mn^{2+}$  от времени контакта и фракционного состава цеолита

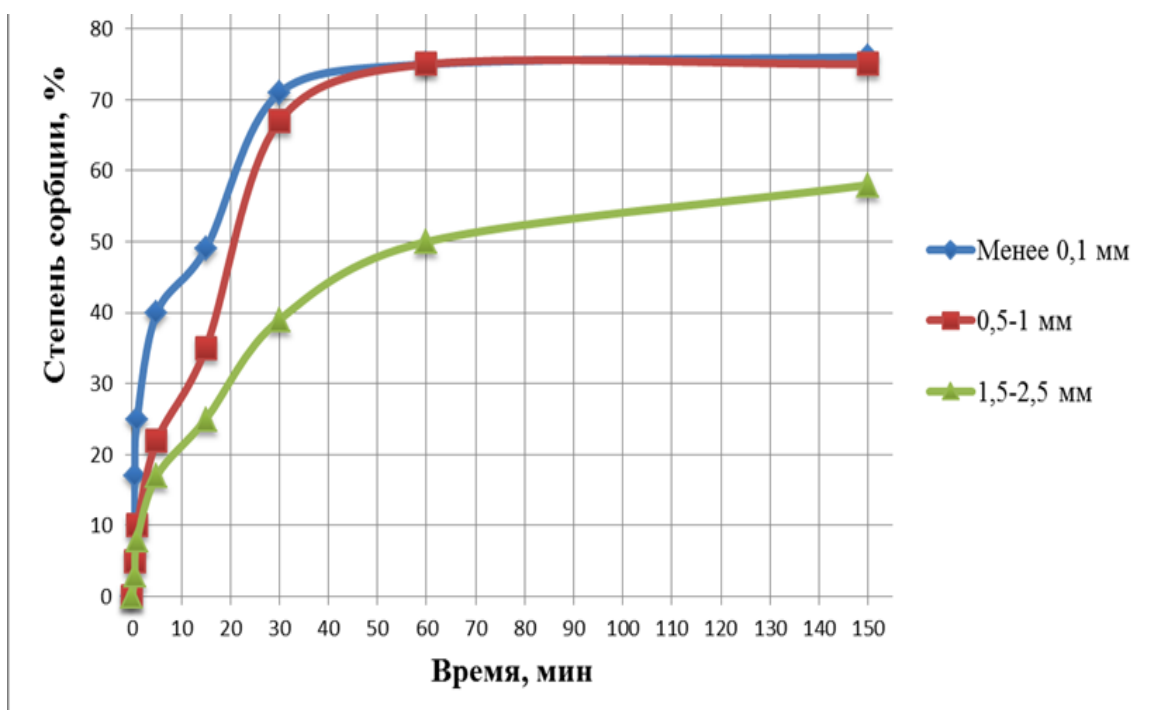


Рисунок 6 – Зависимость степени извлечения ионов  $Fe^{2+}$  от времени контакта и фракционного состава цеолита

В процессе последнего эксперимента при малом времени контакта наблюдается сорбция, а при более длительном процессе – десорбция ионов железа. Это можно объяснить тем, что в образце содержится железо, ионы которого при растворении (с течением времени процесса) выделяются в модельный раствор. Лучшее всего очистку произвели фракции менее 0,1 мм, 0, 5-1 мм.

Сорбционный метод очистки воды – один из немногих методов, который может быть применен везде. К тому же, он является ресурсосберегающим и очень эффективным, что было установлено опытным путем.

### **3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

#### ***3.1. Состав фильтровальной системы***

В данной работе в качестве объекта исследования была рассмотрена портативная фильтровальная система в процессе очистки воды при использовании минерального сорбента цеолит Холинского месторождения.

Исследуемая походная водоочистная установка представляет собой:

1. пластмассовую бутылку (3 литра);
2. цилиндр;
3. марлю;
4. диски;
5. кран;
6. цеолит Холинского месторождения;

В модуль А (цилиндр) помещен природный цеолит Холинского месторождения.

Портативная фильтровальная система наиболее эффективна, фильтр дешев, сделан из-под ручных средств, легко переносим, фильтр не нуждается в

электричестве и механических усилиях, а также могут работать в полевых условиях, зонах ЧС и в бытовых условиях.

Данная фильтровальная система представлена на рисунке 7 – 8.



**Рисунок 7 – Портативная фильтровальная система**



**Рисунок 8 – Фильтровальная система в процессе очистки воды**

### ***3.2. Метод исследования для портативной фильтровальной системы***

#### **Материалы и аппаратура применяемая для очистки воды**

- водоочистной походный фильтр;
- колба мерная 1000 мл;
- стеклянный стакан 1000 мл;
- цеолит с фракцией 0,1-0,5 мм;
- секундомер типа СОП пр-26-2-000 с ценой деления 0,2 с;
- вода;

#### **Проведение эксперимента**

1. Провели взвешивание цеолита Холинского месторождения (1 кг);
2. Добавили цеолит в портативную установку (цилиндр);
3. Пропустили 100 литров воды;

### Результаты эксперимента

В таблице 2 приведен фракционный состав 0,1-0,5 мм на основании приведенных исследований сорбционных свойств минерала было решено использовать данный фракционный состав.

*Таблица 2 – Фракционный состав, удельная поверхность и удельный объем пор применяемого сорбента*

Образец	Размер фракции, мм	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> / г	Удельный объем пор, см <sup>3</sup> / г
Цеолит Холинский	0,1 – 0,5	22,3	0,01

В таблице 3 предоставлены сорбционные характеристики исследуемой портативной водоочистной установки при пропускании через нее модельного раствора содержащего ионы  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и соли жесткости с заданными концентрациями.

*Таблица 3 – Определение сорбционных характеристик установки при извлечении из воды химических загрязнений*

Пропущенный объем, дм <sup>3</sup>	Определяемый компонент	Исходная концентрация, мг / дм <sup>3</sup> , ммоль экв / дм <sup>3</sup>	Конечная концентрация, мг / дм <sup>3</sup> , ммоль экв / дм <sup>3</sup>	Эффективность очистки установки, %
1	$Fe^{2+}$	0,57	1,27	0
	$Cu^{2+}$	0,37	0.0005	99,86
	$Zn^{2+}$	0,3	0.0005	99,83
	Жесткость	6,4	0,73	88,6

10	Fe <sup>2+</sup>	0,57	0,51	9,21
	Cu <sup>2+</sup>	0,37	0.00071	99,8
	Zn <sup>2+</sup>	0,3	0.0009	99,69
	Жесткость	6,4	2,7	57,82
20	Fe <sup>2+</sup>	0,6	0,35	38,06
	Cu <sup>2+</sup>	0,37	0.0014	99,62
	Zn <sup>2+</sup>	0,3	0.0027	99,08
	Жесткость	6,4	3,4	46,87
30	Fe <sup>2+</sup>	0,6	0,27	52,22
	Cu <sup>2+</sup>	0,37	0	99,54
	Zn <sup>2+</sup>	0,3	0.0034	98,85
	Жесткость	6,4	5,1	20,32
40	Fe <sup>2+</sup>	0,6	0,22	61,07
	Cu <sup>2+</sup>	0,37	0.002	99,46
	Zn <sup>2+</sup>	0,3	0.0091	96,92
	Жесткость	6,4	5,7	10,94
50	Fe <sup>2+</sup>	0,6	0,23	59,3
	Cu <sup>2+</sup>	0,37	0.0028	99,24
	Zn <sup>2+</sup>	0,3	0.028	90,51
	Жесткость	6,4	6,2	3,13

Из таблицы 3 видно, что при пропускании воды в объеме 1 и 10 литр в фильтрате обнаруживается железо выше пределов ПДК (ПДК — 0,3 мг/дм<sup>3</sup>). При пропускании воды через установку эффективность очистки от ионов Cu<sup>2+</sup> составила 99 %, а эффективность очистки от ионов Zn<sup>2+</sup> снизилась с 99 до 90 % после пропускания 50дм<sup>3</sup> раствора. По солям жесткости показана хорошая очистка от 88 % при пропускании 1 дм<sup>3</sup> воды со снижением до 3 % при пропускании 50 дм<sup>3</sup>.

#### **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В ходе работы рассмотрим современные (выпускаемые или разрабатываемые) устройства на основе портативной фильтровальной системы, использующиеся для очистки воды в походных, полевых, а также в условиях ЧС для определения жизненно важных функций и провести сравнительный анализ этих устройств. Предложить усовершенствованную фильтровальную систему в процессе очистки воды и способ определения показателей жизненно важных функций для организма, при которых происходит гарантированная очистка воды. Особенностью работы является возможность очистить воду без придания механических усилий.

Для полного достижения цели нужно выполнить ряд задач, которые касаются экономической части. Таких как:

- 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.

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

## **4.1. ОЦЕНКА КОММЕРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОЗИЦИИ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

### **4.2. Потенциальные потребители результатов исследования**

Выпускная квалификационная работа по теме «Исследование портативной фильтровальной системы в процессе очистки воды», которая выполняется в качестве проектной работы для национального исследовательского Томского политехнического университета.

Суть данной работы заключается в исследовании водоочистной системы, фильтровальная система может иметь разные габариты, разную производительность, и, соответственно, может быть индивидуального применения и коллективного, в зависимости от количества людей. Тогда возможным станет реализовать принцип: не доставлять воду в места отсутствия питьевой воды, а очищать ту воду, которая имеется везде.

Автоматически это повлечет за собой резкое сокращение использования пластиковой тары для розлива воды. Как известно пластик плохо разлагается и в настоящее время представляет собой большую угрозу окружающей среде.

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

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар или услуга.

Для данной исследовательской работы критерии сегментирования определены следующие:

- потребители результатов исследования;
- возможности использования результатов проекта.



Так как потенциальными потребителями результатов исследования в г. Томске является НИ ТПУ, проведем сегментирование рынка услуги организации по очистки воды и принятия соответствующих мер.

*Таблица 4 – Сегментирование рынка услуг по деятельности предприятий*

	Фирмы конкуренты			
		Лаборатория «Чистая вода»	ООО «Гайзер»;	ООО «Айвер»;
Размер компаний	Крупная			
	средняя			
	мелкая			

**Вывод:** Как видно из карты сегментирования, спрос по очистки чистой воды в г. Томске присутствует во всех трех организациях независимо от масштаба организации.

#### **4.3. Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;

- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и

т.д.

В таблице 5 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

*Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)*

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	2	5	5	0,4	1,0	1,0
2. Безопасность	0,1	2	2	4	0,2	0,2	0,4
3. Простота эксплуатации	0,05	3	5	2	0,15	0,25	0,1
4. Эффективность	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
5. Надежность	0,2	5	3	5	1,0	0,6	1,0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,2	4	4	2	0,8	0,8	0,4
2. Финансирование научной разработки	0,1	2	5	3	0,2	0,5	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>3,35</b>	<b>3,8</b>	<b>3,65</b>

Б<sub>ф</sub> – сорбционный метод получения воды;

Б<sub>1</sub> – физический метод получения воды;

Б<sub>2</sub> – химический метод получения воды;

К<sub>ф</sub>, К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub> – анализ конкурентных технических решений.

**Вывод:** Таким образом из результатов анализа конкурентных технических решений, показатель конкурентоспособности соответственно равен 3,35 это говорит о том, что позиция разработки находится на сильном уровне. Конкурентоспособность рассматриваемого предприятия находится на отметке средних показателей.

#### 4.4. Технология QuaD

Оценка показателей качества и перспективности разработки представлена в таблице 6.

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

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средне взвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	90	100	0,9	0,18
2. Безопасность	0,1	100	100	1	0,1
3. Простота эксплуатации	0,05	85	100	0,85	0,043
4. Эффективность	0,15	90	100	0,9	0,135
5. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
6. Цена	0,2	80	100	0,8	0,16
7. Финансирование научной разработки	0,1	85	100	0,85	0,085
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,863</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (1)$$

где  $П_{ср}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

$$П_{ср} = 0,2 * 90 + 0,1 * 100 + 0,05 * 85 + 0,15 * 90 + 0,2 * 80 + 0,2 * 80 + 0,1 * 85 = 86,25 \%$$

**Вывод:** Показатель  $P_{\text{ср}}$  который равняется 86,25 % говорит о том, что данная разработка считается перспективной.

#### 4.5. SWOT-АНАЛИЗ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

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

Сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован.

Слабые стороны. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта. Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

Первый этап SWOT-анализа представлен в таблице 7.

*Таблица 7 – Матрица SWOT*

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Высокая конкурентоспособность С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С3. Обеспечение повышения производительности труда С4. Квалифицированный персонал.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие сертификации разработки Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом
<b>Возможности:</b> В1. Работа с самыми перспективными сегментами рынка В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Усовершенствование технических характеристик продукта В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Большой потенциал применения метода в России и других странах		

Второй этап SWOT - анализа представлен в виде интерактивных матриц в таких таблицах как 8,9,10,11.

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	0	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	-	-	+	0	+
	B5	+	+	-	+	0

Анализ интерактивных таблиц: B1C1C2C3C5; B2B3C1C2C3C4C5; B4C3C5; B5C1C2C4.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	0	0	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	+	-
	B5	-	-	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц: B1Сл1Сл2Сл5; B4Сл4.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+
	B5	+	+	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц: B1B2B3B4B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

В рамках **третьего этапа** представлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 12).

*Таблица 12 – Матрица SWOT*

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Высокая конкурентоспособность С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Обеспечение повышения производительности труда С5. Квалифицированный персонал.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие сертификации разработки Сл2. Низкая точность, получаемых результатов по сравнению с конкурирующими технологиями
<b>Возможности:</b> В1. Работа с самыми перспективными сегментами рынка В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Усовершенствование технических характеристик продукта В4. Повышение стоимости конкурентных разработок	Высокие технические характеристики позволят вывести данную разработку на новый уровень. По многим критериям и параметрам устройство превосходит свои аналоги на рынке. Низкая стоимость продукта повышает дополнительный спрос. Таким образом, разработка обладает высокой конкурентоспособностью, а благодаря квалифицированному персоналу существует возможность вывести продукт на новый уровень и завоевать наиболее перспективные сегменты рынка.	Отсутствие прототипа и сертификации разработки ставят по угрозу сотрудничество с наиболее перспективными сегментами рынка. Решение данных проблем может привести к выгодному сотрудничеству с особо крупными компаниями.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	Данная разработка оказывает достойную конкуренцию своим аналогам. Используя знания	Отсутствие прототипа научной разработки, недостатки технических характеристик понижает его

У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Улучшение технических характеристик конкурентных продуктов У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Появление наиболее перспективных разработок	квалифицированного персонала, возможно, обратить внимание на разработку и тем самым вызвать спрос на новые технологии. Благодаря, своей низкой стоимости продукт занимает устойчивое положение на рынке.	конкурентоспособность на рынке.
--	--	---------------------------------

**Вывод:** Таким образом, сильные стороны проекта удовлетворяют его возможностям. Невысокая стоимость проекта, его простота позволяют использовать практически все возможности для развития исследований.

#### 4.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

*Таблица 13 – Морфологическая матрица*

	1	2	3
А. Метод очистки воды	Сорбционный	Физический	Химический
Б. Материал корпуса	Стекло	Металл	Пластмасса



В. Приведение в рабочее состояние	Автоматическое включение	Ручное включение	Постоянно в рабочем состоянии
-----------------------------------	--------------------------	------------------	-------------------------------

Варианты решения задачи следующие:

1) А1Б2В2 – Сорбционный метод очистки воды, корпус материала состоит из металла, приведение в рабочее состояние является ручное включение. Существующий вариант, наиболее эффективный в точки зрения разработчика, т.к. сорбционный метод очистки воды является высокоэффективным способом глубокого очищения, при котором эффект достигается путем связывания на молекулярном уровне частиц химических веществ и различных примесей. Данная очистка воды позволяет удалить даже органические соединения, которые невозможно отделить какими-то другими методами;

2) А2Б3В3 – Физический метод очистки воды, корпус материала состоит из пластмассы, постоянно в рабочем состоянии. Недостатками является корпус материала, в процессе работы или перевозки может треснуть и необходима защита материала. Система с такими параметрами является не устойчивой, вследствие чего от него пришлось отказаться;

3) А3Б1В1 – Химический метод очистки воды, корпус материала состоит из стекла, приведение в рабочее состояние является автоматическое включение. Недостатками является приведение в рабочее состояние, т.к здесь будет необходимо электричество, а в полевых и походных условия это сделать практически невозможно, также в процессе работы или перевозки может треснуть корпус материала и необходима его защита. Система с такими параметрами более быстросействующая, но отсутствия электричества не удовлетворяют требованиям заказчиков.

## 4.7. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

### 4.8. Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 14.

*Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей*

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель и студент
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель и студент
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов	Студент
	7	Проведение теоретических обоснований	Студент
	8	Проведение теоретических расчетов	Студент
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Анализ полученных результатов	Студент
	10	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель и студент
	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	12	Работа над выводами	Студент
	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

#### 4.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

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

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.;

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

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

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.

#### 4.10. РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

**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:

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2019 год, количество календарных дней составляет 365 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных дней – 118 дней, таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 15 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе:

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования











Название работы	Трудоемкость работ									Ис пол нит ели	Длительнос ть работ в рабочих днях Т <sub>рi</sub>			Длительност ь работ в календарных днях		
	t <sub>min</sub> , чел.дн			t <sub>max</sub> , чел.дн			t <sub>ожі</sub> , чел.дн									
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3		И 1	И 2	И 3	И 1	И 2	И3
Составление и утверждение темы проекта	2	3	2, 5	3	4	5	2,4	3, 4	3,5	НР	2	3	4	3	4	6

Выдача задания по тематике проекта	1	2	3	2	4	5	1,4	2,8	2,8	НР, С	1	1	1	2	2	2
Постановка задачи	2,5	3	2	4	5	4	3,1	3,8	3,8	НР, С	2	2	2	3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	1	3	3	3	7	6	1,8	4,6	4,6	С	2	5	5	3	7	7
Подбор литературы по тематике работы	1	4	3	4	6	7	2,2	4,8	4,8	С	2	5	5	3	7	7
Сбор материалов	3	5	3	4	7	5	3,4	5,8	5,8	С	3	6	6	4	9	9
Проведение теоретических обоснований	3	5	1	4	8	3	3,4	6,2	6,2	С	3	6	6	4	9	9
Проведение теоретических расчетов	3	6	5	5	7	9	3,8	6,4	6,4	С	4	6	6	6	9	9

Анализ полученных результатов	5	4	7	6	8	9	5,4	5,6	5,6	С	5	6	6	8	9	9
Согласование полученных данных с науч. рук.	3	5	3	4	7	6	3,4	5,8	5,8	НР, С	2	3	3	3	4	4
Оценка эффективности и полученных результатов	2	3	5	4	5	7	2,8	3,8	3,8	С	3	4	4	4	6	6
Работа над выводами	1	3	5	2	4	7	1,4	3,4	3,4	С	1	3	3	2	4	4
Составление пояснительной записки к работе	2	4	5	4	7	8	2,8	5,2	5,2	С	3	5	5	4	7	7
итого	29,5	50	47,5	49	76	81					33	55	56	49	80	82

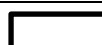

На основе таблицы 15 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 14 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Ткi, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ, декады												
				февраль			март			апрель			май			июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	6													
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	2													
3	Постановка задачи	Студент	3													
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, студент	7													
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7													
6	Сбор материалов	Студент	9													
7	Проведение теоретических обоснований	Студент	9													
8	Проведение теоретических расчетов	Студент	9													
9	Анализ полученных результатов	Руководитель, студент	9													
10	Согласование	Руководитель,	4													



	полученных данных с научным руководителем	студент														
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	6													
12	Работа над выводами	Студент	4													
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7													

 - руководитель;  - студент;

#### 4.11. БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- 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.

## Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi}, \quad (6)$$

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

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15%).

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	листов	300	250	400	1	1	1	300	250	400
Картридж	шт.	1	1	1	800	800	800	800	800	800
Информационные источники	шт.	1	3	2	300	300	400	300	900	800
<b>Итого</b>								<b>1400</b>	<b>1950</b>	<b>2000</b>

**Вывод:** В таблице 17 можно увидеть, что исполнение 1 (сорбционный метод получения воды) является менее затратным и составил 1400 руб.

## 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).

**1 исполнение** – сорбционный метод получения воды;

**2 исполнение** – физический метод получения воды;

**3 исполнение** – химический метод получения воды;

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 18:

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоёмкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	16751,29	989,8	7	9	10	6928,6	8908,2	9898
Студент	6976,22	412,2	31	52	52	12778,2	21434,4	21434,4
<b>ИТОГО</b>						<b>19706,8</b>	<b>30342,6</b>	<b>31332,4</b>

Расчет для руководителя:

$$C_{\text{нп}} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (16751,29 \cdot 1,3) / 22 = 989,8 \text{ руб./дн.}$$

Расчет для студента:

$$C_{\text{нп}} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (6976,22 \cdot 1,3) / 22 = 412,23 \text{ руб./дн.}$$

**Вывод:** Месячный оклад научного руководителя составляет 16751,29 рублей, оклад студента 6976, 22 рублей, а средняя заработная плата научного руководителя составила 989,8 рублей, средняя заработная плата студента составила 412,2рублей,

### Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

Таблица 19 – 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	6928,6	8908,2	9898	0,15	1928,6	1336,23	1484,7
Студент	12778,2	21434,4	21434,4		1916,73	3215,16	3215,16
Итого					23552,13	34893,99	36032,26

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 20).

Таблица 20 – 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	6928,6	8908,2	9898	1928,6	1336,23	1484,7
Студент	12778,2	21434,4	21434,4	1916,73	3215,16	3215,16
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%					
<b>Исполнение 1</b>	<b>6382,627</b>					
<b>Исполнение 2</b>	<b>9456,271</b>					
<b>Исполнение 3</b>	<b>9764,742</b>					

### 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. По формуле:

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

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

Величину коэффициента накладных расходов берем в размере 50%.

Таблица 21 – Расчет накладных расходов

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1400	1950	2000

2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19706,8	30342,6	31332,4
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3845,33	4551,39	4699,86
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6382	9456	9764
5. Накладные расходы	15334	23165	23898

### **Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 22.

*Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ*

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1400	1950	2000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19706,8	30342,6	31332,4
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3845,33	4551,39	4699,86
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6382,627	9456,271	9764,742
5. Накладные расходы	15334	23165	23898
6. Бюджет затрат НТИ	46669	69465	71695

Минимальный бюджет НТИ представлен первым исполнением (лаборатория «Чистая вода») и составляет около 46669 рублей.

### **4.12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСНОЙ (РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ), ФИНАНСОВОЙ, БЮДЖЕТНОЙ, СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

**Интегральный финансовый показатель** разработки определяется как:

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

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Исп.1:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{46669}{46669} = 1$$

Исп.2:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{69465}{46669} = 1,48$$

Исп.3:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{71695}{46669} = 1,53$$

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

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

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 23).

*Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта*

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	2	5	5
2. Безопасность	0,1	2	2	4
3. Простота эксплуатации	0,05	3	5	2
4. Эффективность	0,15	4	3	3
5. Надежность	0,2	5	3	5
6. Цена	0,2	4	4	2
7. Финансирование научной разработки	0,1	2	5	3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>3,35</b>	<b>3,8</b>	<b>3,65</b>

$$I_{p-ucn1} = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 = 3,35$$

$$I_{p-ucn2} = 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 = 3,8$$

$$I_{p-ucn3} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 3,65$$

**Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки** ( $I_{ucni}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:



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

$$I_{исп1} = \frac{3,35}{1} = 3,35 \quad I_{исп2} = \frac{3,8}{1,48} = 2,56 \quad I_{исп3} = \frac{3,65}{1,53} = 2,38$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\Theta_{cp}$ ):

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

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,48	1,53
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,35	3,8	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,35	2,56	2,38
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,48	1,53

При сравнении значений интегральных показателей эффективности было выявлено, что более эффективным вариантом решения поставленной технической задачи в бакалаврской работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение 3 (химический метод очистки воды).

**Вывод:** Были рассчитаны интегральные финансовые показатели разработок, интегральные показатели ресурсоэффективности и сравнительная эффективность вариантов исполнения.

В результате выполненного анализа экономической эффективности было проведено сегментирование рынка, в результате которого были выбраны основные и наиболее перспективные сегменты из результатов анализа конкурентных технических решений, показатель конкурентоспособности равен 3,35 - это говорит о том, что позиция разработки находится на сильном уровне. Конкурентоспособность рассматриваемого предприятия находится на отметке сильных показателей. Анализ качества и перспективности данной разработки показал, что она является перспективной, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности – 86%.

В процессе работы был составлен перечень этапов и работ, а также распределены исполнители. В качестве исполнителей выступали: научный руководитель и студент. Также был составлен календарный план-график проведения НИОКР, на котором изображены временные интервалы выполнения различных этапов.

Был проведен расчет материальных затрат, минимальные затраты составили 1400 рублей. Исполнение 1 (сорбционный метод получения воды). Также был проведен расчет основной и дополнительной заработной платы, отчислений во внебюджетные фонды и расчет накладных расходов. По результатам расчетов сделан вывод о том, что минимальный бюджет НТИ составил 46669 рубля (Исполнение 1).

## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) ISO 26000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС – Социальная ответственность – ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Научно-исследовательская работа направлена на создание малой мобильной водоочистной системы в процессе очистки воды в походных, полевых, бытовых условиях, а также при возникновении ЧС природного и техногенного характера. Особенностью работы является возможность очистки воды от механических, химических и микробиологических загрязнений. Данное решение будет внедрено для населения которые не имеют доступ к чистой питьевой воде.

Водоочистная система может иметь разные габариты, разную производительность, и, соответственно, может быть индивидуального применения и коллективного, в зависимости от количества людей. Тогда возможным станет реализовать принцип: не доставлять воду в места отсутствия питьевой воды, а очищать ту воду, которая имеется везде.

## **5.1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

### **5.2. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 - ФЗ работник аудитории 10/1, Ленина проспект, 2а ст11г, 12 корпус, НИ ТПУ, имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [12].

### **5.3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КОМПОНОВКЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

Рабочим местом является определенный участок производственного помещения, прикрепленный за рабочим и предназначенный для выполнения работ в соответствии с квалификацией работника. Рабочее место сотрудника, начиная от состояния помещения и заканчивая техникой, должны

соответствовать ряду санитарно-технических и гигиенических требований и правил согласно Ст.32 ТК РФ.

Организация рабочего места является важным этапом организации труда, правильное размещение оборудования, инструментов и материалов на рабочем месте создают благоприятные условия работы. Правильная организация рабочего места обеспечивает: безопасное условие работы, экономию сил, повышению внимательности. При создании рабочего места необходимо руководствоваться ГОСТ 12.2.033-78. Данный ГОСТ устанавливает общие эргономические требования работ в положении стоя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов [13].

Исследуемый прибор занимает площадь не более 30 см<sup>2</sup>. Поэтому необходимо организовать рабочее место так, чтобы в радиусе одного метра не находилось посторонних объектов, мешающих работе.

Работа с исследуемой системой не требует особых условий труда. Специальные правовые нормы не применяются, ограничиваясь общими положениями.

Рабочее место в аудитории 10/1, Ленина проспект, 2а ст11г, 12корпус, НИ ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 х 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Так же 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 [14].

Рабочее место сотрудника аудитории 10/1, Ленина проспект, 2а ст11г, 12 корпус, НИ ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

#### **5.4. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

В разделе «Производственная безопасность» предлагаю рассмотреть и проанализировать вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть во время разработки и во время непосредственной эксплуатации.

Также рассматриваются опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть в процессе использования.

#### **5.5. АНАЛИЗ ВЫЯВЛЕННЫХ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ**

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [15]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

*Таблица 25 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке водоочистной системы*

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1)Разработка мобильной водоочистной	1.Недостаточная освещенность		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

системы в процессе очистки воды, может использоваться в походных, полевых, бытовых, а также в условиях ЧС. 2) Работа с мобильной фильтровально й системой в процессе очистки воды.	рабочей зоны; [2,3, 17]; 2.Повышенный уровень шума; [2, 17]; 3.Неблагоприятный микроклимат [2, 17]; 4.Повышенный уровень напряженности электростатического поля.		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03  СанПиН 2.2.4.1191-03  СП 52.13330.2011  СанПиН 2.2.4.548–96  СН 2.2.4/2.1.8.562–96  ГОСТ 30494-2011
--	---	--	---

## 5.6. ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ ШУМА

Источниками шума по СН 2.2.4/2.1.8.562–96 являются:

- Персональные вычислительные электронные цифровые машины;
- Периферийные устройства: принтеры, сканеры, модемы, сетевые устройства, блоки бесперебойного питания, установки для очистки воды и т.д.

Нарушений шумовых норм приводит к следующим последствиям:

- Нарушение слуха. Чрезвычайно высокий уровень шума (более 120 дБ) способен привести к акустической травме. При ещё большее значительной интенсивности звука человек рискует потерять слух.

По характеру спектра шума в помещении, где находятся разработчики походных фильтров, присутствует шум. По временным характеристикам шума в таких помещениях присутствует постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день в среднем изменяется не более, чем на 5 дБА при режиме усреднения шумомера S. Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА «жизненного цикла».

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» уровень шума в аудитории 10/1, 12 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам [16].

## **5.7. НЕДОСТАТОЧНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

Слабое освещение рабочего пространства негативно влияет на функционирование зрительного аппарата, снижая его работоспособность и приводя к снижению его работоспособности, способно влиять на психику и эмоциональное состояние, вызывать усталость центральной нервной системы, которое появляется в результате приложения повышенных усилий для опознавания чётких и сомнительных сигналов.

В лаборатории используется комбинированное освещение и 1 окно. Исходя из собственных наблюдений, на рабочем месте недостаточно освещения, имеется затенение рабочей зоны, как в зоне письменного стола, так и в зоне установок. Источником недостаточной освещенности на рабочем месте в лаборатории является недостаток количества источников искусственного освещения.

Параметры освещения регламентируются «Санитарными правилами и нормам СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические



требования к физическим факторам на рабочих местах» (раздел X «Освещение на рабочих местах»).

Освещенность на поверхности стола и в зоне установок от системы общего освещения должна соответствовать норме – 300лк.

Длительное нахождение в сидячем положении нередко приводит к венозной недостаточности, искривлению позвоночника, ухудшению зрения и хроническому стрессу. Впрочем, большинства этих проблем можно избежать при правильной организации рабочего пространства.

*Напряженность труда* характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации.

Факторы трудового процесса, характеризующие напряженность труда, это эмоциональная и интеллектуальная нагрузки, нагрузка на анализаторы человека (слуховой, зрительный и т.д.), монотонность нагрузок, режим работы.

Труд по степени напряженности трудового процесса подразделяются на следующие классы: оптимальный, допустимый и напряженный труд трех степеней.

Для устранения недостаточной освещенности рабочей зоны необходимо:

- Реконструировать осветительную установку;
- Разработать мероприятия по усовершенствованию или замене действующей системы освещения;
- Заменить лампы на более мощные;
- Увеличение числа ламп в рабочей зоне [17].

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, освещенность в аудитории 10/1, 12 корпуса ТПУ составляет 240 лк, что не соответствует нормам [18].

## 5.8. МИКРОКЛИМАТ

Для нормального физиологического функционирования организма человека, необходимо, чтобы выделяемое организмом тепло полностью отводилось в окружающую среду. Из-за нарушения теплового баланса в организме может произойти либо перегрев, либо переохлаждение организма, что в следствии приведёт к потере трудоспособности и быстрой утомляемости, а в тяжёлых случаях может привести к потере сознания и тепловой смерти.

Температурное состояние организма человека, а следовательно, и его работоспособность, зависят от ряда параметров микроклимата, к которым относятся:

- температура окружающего воздуха;
- относительная влажность окружающего воздуха;
- скорость движения воздушных потоков.

Чтобы обеспечить оптимально микроклимат на рабочем пространстве пользователя, следует провести следующий комплекс мероприятий:

- оснастить все помещения системами обогрева на случай низких естественных температур (это радиаторы, конвекторы, системы с тепловентиляторами, воздушное отопление, системы лучистого обогрева, системы кабельного обогрева);
- установить и проводить своевременный ремонт и обслуживание систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- применять увлажнители воздуха;
- рационально размещать оборудование внутри помещения;
- применять тепловые изоляции оборудования при помощи различных видов теплоизолирующих материалов;
- использовать теплозащитные экраны [19].

В таблице 26 представлены допустимые показатели микроклимата на рабочих местах разработчика программного приложения и эксперта-пользователя программного приложения (по СанПиН 2.2.4.548-96) [20].

*Таблица 26 – допустимые параметры микроклимата для работы категории Ia*

<b>Период года</b>	<b>Категория работ по уровню энергозатрат, Вт</b>	<b>Температура воздуха, °С</b>	<b>Температура поверхности, °С</b>	<b>Относительная влажность воздуха, %</b>	<b>Скорость движения воздуха, м/с</b>
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia	23-25	22-26	60-40	0,1

Чтобы обеспечить оптимально микроклимат на рабочем пространстве пользователя, следует провести следующий комплекс мероприятий:

- оснастить все помещения системами обогрева на случай низких естественных температур (это радиаторы, конвекторы, системы с тепловентиляторами, воздушное отопление, системы лучистого обогрева, системы кабельного обогрева);
- установить и проводить своевременный ремонт и обслуживание систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- применять увлажнители воздуха;
- рационально размещать оборудование внутри помещения;
- применять тепловые изоляции оборудования при помощи различных видов теплоизолирующих материалов;
- использовать теплозащитные экраны.

Согласно СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, микроклимат в аудитории 10/1, 12 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам [21].

## 5.9. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Вопросам безопасности во избежание поражения электрическим током на рабочем месте должно уделяться особое внимание. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 определяет нормы электробезопасности на рабочем месте, а ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ регламентирует требования к защите от поражения электрическим током [18, 22].

Необходимо следовать следующим мерам предосторожности, чтобы избежать получение травм от электричества:

- до начала работы, необходимо проверить своё рабочее место: убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токопроводящих частей;

Чтобы предотвратить вероятность поражения электрическим током, следует проводить следующие мероприятия:

- для защиты от удара электрическим током, который может возникнуть между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, инструменты и корпуса приборов должны быть заземлены;
- при подключении прибора к сети все работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- обязательно необходимо следить за состоянием электропроводки.

Безопасность проведения работ во многом зависит от правильной организации работ и от выполнения ряда организационных мероприятий.

К таким мероприятиям относятся:

- допуск к работе только после проведения инструктажей по технике безопасности при работе оборудованием питающемся от сети;

- регулярное проведение инструктажей по электробезопасности;
- обучение сотрудников и назначение инженера по электробезопасности;
- контроль состояния электрооборудования, проводки и прочих устройств и оборудования, находящихся под напряжением.

## **5.10. ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

### **Организационные мероприятия**

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводятся квалификационной комиссией после обучения на рабочем месте. Проверяемому, присваивается соответствующая его знаниям и опыту работы квалификационная группа по технике безопасности и выдается специальное удостоверение.

### **Технические мероприятия рабочего места**

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

При проектировании рабочего пространства письменного стола должны быть учтены следующие требования:

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм.

Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40%, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20-25°C, зимой – 20-24°C. В лаборатории осуществляется естественная и механическая вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основной недостаток естественной вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путем. В помещение должны подаваться следующие объемы наружного воздуха: при объеме помещения до 20м<sup>3</sup> на человека – не менее 30 м<sup>3</sup> в час на человека, при объеме помещения более 40 м<sup>3</sup> на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

## **5.11. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые

источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

Мобильная портативная фильтровальная система не является источником загрязнения окружающей среды, поскольку не происходит выбросов вредных веществ в воздух. Также проводилась очистка воздуха с помощью вытяжки с фильтрацией.

Согласно ГОСТ 17.1.3.13-86 разработанная система очистки воды не наносит вред гидросфере. При разработке, исследовании, хранении, эксплуатации прибора не происходит выброса вредных веществ и материалов в воду.

Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека [23].

Разработанная походная водоочистная установка представляет собой пластмассовую бутылку (3 литра), цилиндр, марлю. В модуль А(цилиндр) помещен природный цеолит Холинского месторождения. Все элементы расположены и установлены так, что могут быть легко заменены в случае необходимости. Ненужные элементы используются повторно в других приборах, а в случае неисправности подвергаются утилизации.

## **5.12. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 10/1, 12 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и

противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- неисправность электросетей;
- токи короткого замыкания;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- работы проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;
- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении устанавливают требования пожарной безопасности к системам оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожарах в зданиях и сооружениях [24].

Аудитория 10/1, 12 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для



тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

В таблице 27 представлены типы используемых огнетушителей.

*Таблица 27 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках*

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а [25].

В таблице 28 представлены категории помещений по пожарной опасности.

*Таблица 28 – Категории помещений по пожарной опасности*

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 12, ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания.

Сотрудники организации должны проходить инструктаж по пожарной безопасности и строго соблюдать правила, установленные в инструкциях по пожарной безопасности. Запрещается использовать электропровода и кабели с повреждённой или потерявшей защитные свойства изоляцией. Бытовые электроприборы и электроустановки в помещениях по окончании смены должны

быть обесточены (вилки должны быть вынуты из розеток). Под напряжением необходимо оставлять дежурное освещение и пожарную сигнализацию. Запрещается хранить в помещениях офиса легковоспламеняющиеся горючие и взрывчатые вещества, а также использовать открытый огонь.

Прежде чем покинуть служебные помещения работник должен провести его осмотр, закрыть окна, удостовериться в то, что в помещении нет источников возможного возгорания, а также в том, что электроприборы отключены и выключено основное освещение. Не реже чем один раз в три года требуется проводить измерения сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования.

Повышение защищённости достигается за счёт проведения организационно-технических мероприятий для подготовки персонала к работе в условиях ЧС.

В случае обнаружения пожара или признаков горения (запах гари, повышения температуры, задымления и т.п.) работник должен выполнить следующие действия:

1. Незамедлительно остановить работу и позвонить службу пожарной охраны по телефону «01» или «101» с мобильного устройства, сообщив при этом оператору адрес и место возникновения пожара, а также свою фамилию;
2. По возможности принять участие в эвакуации людей и материальных ценностей;
3. Обесточить закреплённое за ним электрооборудование;
4. Попытаться самостоятельно затушить пожар или по крайней мере локализовать его источник;
5. Проинформировать непосредственного или вышестоящего начальника и окружающих сотрудников об опасности;

6. При получении общего сигнала об опасности, срочно покинуть здание согласно установленному «Плану эвакуации людей при пожаре и других ЧС».

**Вывод:** Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов, влияющих на рабочих, и окружающую среду. В разделе производственная безопасность проведён анализ опасных и вредных факторов, оказывающих негативное действие и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов. В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта на атмосферу, литосферу и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности. В разделе безопасность в ЧС представлен перечень возможных ЧС на объекте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является пожар. Проведены разработки по превентивным мерам предупреждения ЧС в результате возникновения пожара.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы была создана портативная фильтровальная система для очистки воды в походных, полевых и экстремальных условиях от химических загрязнений.

Исследовали полученную водоочистную систему при использовании минерального сорбента с фракцией менее 0,1 мм, 0,5-1 мм, 1,5-2,5 мм. Определили зависимость степени извлечения ионов  $Mn^{2+}$  и  $Fe^{2+}$  от объема пропущенного раствора и фракционного состава цеолита. Наилучшая эффективность очистки была получена при использовании цеолита фракционного состава менее 0,1 мм и 0,5–1 мм.

В процессе исследования проводились эксперименты по использованию фильтровальной системы для очистки воды от ионов железа, меди, цинка и солей жесткости с применением цеолита. При пропускании воды через портативную фильтровальную систему эффективность очистки от ионов  $Cu^{2+}$  составила 99 %, а по ионам  $Zn^{2+}$  99–90 % в зависимости от объема пропущенной через фильтр воды. Установлено, что эффективность очистки от солей жесткости составляет 88 % при пропускании через фильтр 1 дм<sup>3</sup> воды, а затем снижается до 3 % при пропускании 50 дм<sup>3</sup>. Цеолит Холинского месторождения рекомендуется использовать в водоочистке.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика загрязненной воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rus.delfi.ee/archive/bolee-treh-millionov-chelovek-ezhegodno-umirayut-iz-za-gryaznoj-vody?id=1335165>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 05.06.2020 г.
2. Тягунова Г.В., Ярошенко Ю.Г. Экология: учебник – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 300 с.
3. В. А. Клячкова В. А., Апельцина И. Э. Очистка природных вод / Под ред. – М.: Стройиздат. 1971. – 579 с.
4. Фрог Б.Н., Левченко А. П. Водоподготовка / Под ред. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
5. Осипова Е. А., Сапрыкин Ф. Е., Д. В. Мартемьянов Д. В. Модификация природных цеолитов NaCl с целью придания им ионообменных свойств // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 6-10 апреля 2015 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2. – 276–278 с.
6. Плотников Е. В., Мартемьянова И. В., Мартемьянов Д. В. Сравнение характеристик сорбционных материалов для извлечения мышьяка из водных растворов // Современное состояние и проблемы естественных наук: Труды Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 266-268 с.
7. Новоселова Т. И. Цеолиты эволюция знаний. Роль значение, способы применения, Том 1. Новосибирск: Экор-книга, 2011 – 358 с.
8. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества " №1 2003 г.

9. Кузьмина Е.А., Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества " №7 2002 г.
10. Карпунина М.Г., Майданчика Б.И. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие/ Под ред. – М.: Энергия, 1980 – 175 с.
11. Скворцов Ю.В. Организационные- экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие.- М.: Высшая школа, 2006.-399 с.
12. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).
13. СОУТ ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
14. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017.
15. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
16. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
19. ГОСТ 30494-2011, Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.
20. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

21. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
22. ГОСТ Р 12.1.019- 2009 ССБТ регламентирует требования к защите от поражения электрическим током.
23. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
24. НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении.
25. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.