

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Кафедра Экологии и безопасности жизнедеятельности

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<i>Мониторинг содержания тяжелых металлов в водной среде методом твердофазной спектрофотометрии</i>

УДК 502.51:546.3-047.36:543.422.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Жукова Ксения Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ЭБЖ	Кагиров Артур Геннадьевич	канд. техн. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН ИСГТ	Баннова Кристина Алексеевна	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ ИНК	Сечин Андрей Александрович	канд. техн. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ ИНК	Романенко Сергей Владимирович	д-р хим. наук		

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования магистратура
 Кафедра Экологии и безопасности жизнедеятельности
 Период выполнения весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

<i>магистерская диссертация</i>

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Составление и утверждение технического задания на средства автономного мониторинга	
	Выдача задания на тему	
	Постановка задачи	
	Определение стадий, этапов и сроков разработки	
	Проведение теоретических расчетов и экспериментальных исследований	
	Согласование полученных данных с руководителем	
	Работа над выводом	
	Составление расчетно-пояснительной записки	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ЭБЖ	Кагиров Артур Геннадьевич	канд. техн. наук		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Романенко Сергей Владимирович	д-р хим. наук		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять <i>глубокие</i> математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания при осуществлении изысканий и <i>инновационных</i> проектов создания и оптимизации методов и средств обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий
P2	<i>Создавать</i> и использовать на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии по защите человека в техносфере, а также для повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений
P3	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения
P4	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок
P5	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей <i>в условиях неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности объекта
P6	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P7	Использовать <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> , в том числе <i>международного менеджмента</i> , находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности
P8	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной</i> инженерной деятельности

P9	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Демонстрировать <i>глубокое знание</i> правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности, <i>компетентность</i> в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P11	Понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность
 Кафедра Экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
<i>1EM51</i>	<i>Жукова Ксения Сергеевна</i>

Тема работы:

<i>Мониторинг тяжелых металлов в водной среде методом твердофазной спектрофотометрии</i>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1290/С от 01.03.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Учебники по тематике, опубликованные статьи и авторефераты, методические рекомендации и нормативная документация</i></p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <i>Тяжелые металлы и их влияние на живые организмы;</i> <i>Экологический мониторинг водной среды и ее компонентов;</i> <i>Методы определения тяжелых металлов в водной среде</i> <i>Синтез сорбента SiO₂-ПГМГ-Реагент</i> <i>Концентрирование Fe²⁺, Fe³⁺, I на</i>

	<i>поверхности сорбента</i> 6. <i>Получение аналитического сигнала и его обработка</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Градуировочные графики зависимостей концентрации тяжелых металлов от аналитического сигнала</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова Кристина Алексеевна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. <i>Введение</i> 2. <i>Обзор литературы</i>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ЭБЖ	Кагиров Артур Геннадьевич	канд. техн. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Жукова Ксения Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Жукова Ксения Сергеевна

Институт	Институт неразрушающего контроля	Кафедра	Экологии и безопасности жизнедеятельности
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов.</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Предпроектный анализ</i>	1.1. <i>Потенциальные потребители результатов исследования</i> 1.2. <i>Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> 1.3. <i>SWOT-анализ</i> 1.4. <i>Оценка готовности проекта к коммерциализации</i>
2. <i>Инициация проекта</i>	2.1. <i>Цели и результат проекта</i> 2.2. <i>Организационная структура проекта</i> 2.3. <i>Ограничения и допущения проекта</i>
3. <i>Планирование управления научно-техническим проектом</i>	3.1. <i>Иерархическая структура работ проекта</i> 3.2. <i>Контрольные события проекта</i> 3.3. <i>План проекта</i> 3.4. <i>Бюджет научного исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Сегментирование рынка</i>
2. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
3. <i>Матрица SWOT</i>
4. <i>Иерархическая структура работ</i>
5. <i>График проведения и бюджет НИИ</i>
6. <i>Потенциальные риски</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН ИСГТ	Баннова Кристина Алексеевна	канд. экон. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Жукова Ксения Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Жукова Ксения Сергеевна

Институт	Институт неразрушающего контроля	Кафедра	Экологии и безопасности жизнедеятельности
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера). 	
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Профессиональная социальная ответственность)</i></p>	<p><i>1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</i></p> <p><i>1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</i></p> <p><i>1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</i></p>
<p><i>2. Экологическая безопасность</i></p>	<p><i>2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.</i></p> <p><i>2.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</i></p> <p><i>2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</i></p>
<p><i>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</i></p>	<p><i>3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.</i></p> <p><i>3.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.</i></p> <p><i>3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения</i></p>

	ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. 4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	канд. техн. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Жукова Ксения Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация состоит из текстового документа на 102 страницах, содержит 12 рисунков, 32 таблицы, 63 источника, 1 приложение.

Объектом исследования в данной работе являются тяжелые металлы в водной среде.

Ключевые слова: экологический мониторинг водных объектов, твердофазная спектрофотометрия, тяжелые металлы, сорбция, тест-метод.

Целью работы является создание прибора и методики определения содержания тяжелых металлов в воде методом твердофазной спектрофотометрии.

Основные задачи исследования:

1. Анализ современного состояния проблем ТФС определения ТМ;
2. Освоение методики синтеза окрашенных частиц кремнезёма с ПГМГ;
3. Обоснование метрологических и эксплуатационных требований к портативному фотометру;
4. Измерение коэффициентов отражения модельных и реальных образцов окрашенных пластинок;

В качестве метода исследования был использован метод твердофазной спектрофотометрии.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Мониторинг окружающей среды – комплексная система долгосрочных наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов.

Эвтрофикация – процесс ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем так называемых «биогенных элементов», в первую очередь соединений азота и фосфора.

Поглощение света – это явление уменьшения интенсивности света при прохождении его через вещество.

Сокращения

ОС – окружающая среда;

ТМ – тяжелые металлы;

ЗВ – загрязняющие вещества;

ПАВ – поверхностно активные вещества;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ППУ – пенополиуретан;

ТСХ – тонкослойная хроматография;

АЭС – атомно-эмиссионная спектроскопия;

МС – масс-спектрометрия;

ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография;

ААС – атомно-абсорбционная спектроскопия;

ТФС – твердофазная спектрофотометрия;

ПГМГ – полигексометиленгуанидин;

Нормативные ссылки

1. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.

2. ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
3. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.38-82. Электробезопасность. Предельно допустимое значения напряжений прикосновения и токов.
5. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
6. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпидназор России, 2003.
7. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
8. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
9. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. Федеральный Закон от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Трудовой Кодекс Российской Федерации.
11. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	14
1. Обзор литературы	16
1.1. Тяжелые металлы и их влияние на живые организмы	16
1.2. Экологический мониторинг водной среды и ее компонентов	18
1.3. Методы определения тяжелых металлов в водной среде.....	20
1.3.1.Вольтамперометрия.....	23
1.3.2.Тонкослойная хроматография	24
1.3.3.Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой	25
1.3.4.Масс-спектрометрия.....	25
1.3.5.Атомно-абсорбционная спектроскопия.....	26
1.3.6.Фотоколориметрия	27
1.3.7.Спектрофотометрия.....	27
2. Объект и методы исследования	29
3. Расчеты и аналитика	30
3.1. Синтез сорбента SiO ₂ -ПГМГ-Реагент	30
3.2. Концентрирование Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , I на поверхности сорбента.....	31
3.3. Получение аналитического сигнала и его обработка	32
4. Результаты проведенного исследования	38
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	41
6. Социальная ответственность	69
Заключение	82
Список публикаций студента.....	83
Список использованных источников	84
ПРИЛОЖЕНИЕ А	91

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг состояния ОС (окружающей среды), и ее компонентов в отдельности, является важным направлением природоохранной деятельности. В условиях современного функционирования промышленности, добывающей и перерабатывающей отрасли, загрязнение окружающей среды химическими веществами, в частности, микроэлементами, играет значительную роль в формировании экологической обстановки на какой-либо территории.

Ионы металлов имеют особое место в отношении загрязнения ОС. С развитием промышленности, с возрастающими потребностями населения планеты в природных ресурсах, поступление химических элементов в окружающую среду возросло. Существуют случаи, когда поступление в ОС в результате техногенеза больших количеств химических веществ и элементов-загрязнителей превосходило естественный уровень их поступления. Попадая в воды или почвы, они мигрируют в различные объекты биосферы, будь то растительность или животный мир, включая человека, и концентрируются в них. Накапливаясь, они наносят вред организму, мешая нормально функционировать целым системам органов. В связи с этим возникает важная задача – достоверное определение ионов металлов в компонентах природной среды с целью принятия мер по устранению негативного воздействия на окружающую среду.

Особо эффективно необходимо рассматривать наличие, миграцию и поступление тяжелых металлов в водную среду, поскольку в воде ТМ присутствуют не только в ионной форме, но так же и в форме соединений, растворимых и нерастворимых, которые аккумулируются в организмах водных экосистем, донных отложениях, а так же мигрируют вместе с водой в другие компоненты окружающей среды, включая наземных животных и человека.

Одним из эффективных методов обнаружения ТМ в воде является метод твердофазной спектрофотометрии. Экологический мониторинг содержания ионов тяжелых металлов в водной среде является актуальной задачей для контроля качества сточных вод предприятий, а также изучения их влияния на природные водные объекты. В работе будет разработана экспрессная и простая в использовании методика определения ряда тяжелых металлов методом твердофазной спектрофотометрии.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Тяжелые металлы и их влияние на живые организмы

Тяжелые металлы (ТМ) представляют собой особый интерес для исследования и различных служб, занимающихся контролем и мониторингом компонентов окружающей среды и экосистем. Под термином «тяжелые металлы» подразумевается элементы периодической системы Менделеева, группы металлов, чей атомный вес больше 40. Важность их исследования связывают с тем, что большинство из них обладают биологической активностью, то есть способны оказывать воздействие на нормальное функционирование живых организмов, попадая в них, накапливаясь, передаваясь по трофической цепи и т.д. В зависимости типа соединения, природы металла и концентрации, ТМ оказывают различное физиологическое действие на организм человека и животных. Одни металлы являются жизненно необходимыми (эссенциальными), а наличие других (ксенобиотиков) приводит к негативным последствиям, вплоть до гибели организма. Среди металлов-токсикантов выделяют группу особо опасных для здоровья человека и животных. А именно: Cd, Cu, As, Ni, Pb, Hg, Zn, Cr [1].

Большое количество ТМ способны проявлять комплексообразующие свойства. Например, в водной среде ионы подобных металлов гидратированы и способны образовывать гидроксокомплексы. Состав этих комплексов зависит от кислотности раствора, и, в случае нахождения в данном растворе органических соединений или анионов, ионы ТМ способны образовывать комплексы различной устойчивости и разнообразного строения.

Из-за антропогенного воздействия, ТМ попадают в окружающую среду, в основном, посредством функционирования предприятий цветной и черной металлургии, машиностроения, перерабатывающей промышленности, а так же, как компоненты выбросов от автотранспорта.

И.Л. Голованова в своей работе [2] описала влияние ионов ТМ на физико-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных. Например, ионы Cu, Zn, Hg и Cd даже в малых концентрациях оказывают влияние. В частности, отмечены снижение иммунитета, изменение поведения, темпа роста и активности пищеварительных ферментов, эффективности ассимиляции пищи, а также состояния углеводного обмена. Накопление Hg оказывает эмбриотоксические, тератогенные, и мутагенные эффекты, вызывает нарушения липидного, белкового и пептидного обменов. У водных беспозвоночных Cu, Zn, Hg и Cd так же изменяют морфологические и физиологические параметры.

Долгое время полагали, что только наличие таких металлов, как K, Na, Ca, Mg, Fe, которые в сумме образуют почти 99% атомов металлов в организме человека (за исключением Fe), определяют нормальное функционирование организма. Поскольку, например, присутствие K и Na, Ca и Mg помогает в регулировании процессов осмоса и передачи нервных сигналов, а так же определяет прочность костного скелета организма. Молекулы железа же входят в состав гемоглобина, тем самым участвуя в процессе транспорта кислорода к органам.

Уже давно доказана важность микроэлементов в поддержании жизненных функций организмов. Например, в отношении Mn, Zn, Mo, F, I, Se. Что касается таких элементов, как Cr, Ni, V, Sn, As, Si, то их роль вероятна. Главное отличие микро- и макроэлементы – суточная потребность в них организма, в мг/кг.

Так же в организме человека присутствует большое количество переходных металлов. Такие металлы содержатся в следовых количествах. Например, сурьма, мышьяк и свинец из типографской краски книг и газет, а олово, медь, алюминий и марганец из кухонной посуды.

1.2. Экологический мониторинг водной среды и ее компонентов

Природная вода представляет из себя сложносоставный раствор. Состав природных вод зависит от выщелачивания почв и пород конденсации, газопоглощения, а так же жизнедеятельности организмов.

Природные воды необходимо анализировать, поскольку данный вид деятельности важен для решения различных задач. Например, для оценки вод для питьевого, технического, лечебного и прочих видов пользования. А так же для оценки вод с точки зрения использования их в качестве источников получения брома, йода и прочих элементов. К тому же, анализируя природные воды, можно получить информацию о нахождении месторождений полезных ископаемых [3].

Под мониторингом окружающей среды и ее компонентов понимают комплексные наблюдения, включающие в себя так же стадию оценки и прогноза. Что касается водной среды, здесь важно учитывать то, что эта система все время подвержена изменениям, поскольку она динамична.

Трудно предвидеть точный состав сточных вод, не только количественный, но и качественный. Воды, только что прошедшие этап биологической или химической очистки трудно анализировать, поскольку в процессе очистки могут образовываться новые вещества. В связи с этим очень важно предварительно проверить соответствие существующих методов определения компонентов и специфику конкретных сточных вод.

Важное требование к методам анализа в случае анализирования сточных вод – высокая селективность, поскольку, в случае отсутствия вышеуказанной категории возникают систематические ошибки, делающие результаты анализа недостоверными.

Очень важно при выполнении работ по определению содержания ЗВ в компонентах ОС соблюдать правильность пробоотбора и пробоподготовки. Это самые первые этапы, от которых зависит, в первую очередь, результат всех исследований. При этом необходимо учитывать такие параметры, как

время отбора проб, характеристика исследуемого объекта и параметры окружающей территории. В частности, наличие или отсутствие по соседству различных предприятий.

Разные отрасли промышленности и сельского хозяйства оказывают различное влияние на водную среду:

1. Основным фактором воздействия на гидросферу **энергетики** – выброс тепла в водные объекты, что влечет за собой изменение среды обитания рыб и прочих чувствительных живых организмов. Определенные виды водной флоры и фауны обитают при своих собственных жестких условиях, изменение которых приводит либо к миграции, либо к гибели организмов. В составе загрязнителей сточных вод энергетического комплекса могут быть взвешенные вещества, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, ТМ и их соединения, HS , формальдегид и прочие. При промывке поверхностей агрегатов образуются разбавленные растворы HCl , NaOH , NH_3 , солей аммония, железа и других веществ. Помимо этого, в водную среду поступают радионуклоны в связи со сбросами охлаждающей ядерные установки воды.
2. Со сточными водами **машиностроительного комплекса** в водоёмы поступают ПАВ, хлориды, сульфаты, нефтепродукты, цианиды, взвешенные вещества, а так же соединения C , Mo , Cr , P , Zn , Ni , Fe , Cu , N , S , органические растворители и катализаторы, индустриальные масла, металлическая пыль и синтетические смолы.
3. Среди всех отраслей промышленности наибольший вклад в загрязнение водоёмов вносят **химическая и нефтехимическая промышленность**. Основные загрязнители – взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, N , NH_3 , P , нитраты, нитриты, цианиды Cr , Zn , HS , Mn , Cu , Ni , CS_2 , Co , Hg , Pb , Cd , спирты, бензол, формальдегид, фенолы, ПАВ, пестициды.

4. **Сельское хозяйство** так же существенно влияет на водный баланс и водный режим местности. Например, увеличение поверхностного стока снижает подземный сток и запасы влаги в почве. А так же увеличивается водная эрозия почв. В сельском хозяйстве задействовано колоссальное количество пестицидов. К источникам загрязнения так же относят склады ГСМ, стоянки сельскохозяйственных машин, склады минеральных удобрений и пестицидов, а так же мелкие скотные дворы и фермы. ЗВ попадают в водные объекты еще и за счёт смыва с сельскохозяйственных территорий. Оценка показывает, что с поверхности полей смывается до 50% ядохимикатов и удобрений. Птицефермы и животноводческие комплексы особо опасны, поскольку уборка навоза там осуществляется посредством гидросмыва без очистки сточных вод. В результате этого происходит загрязнение водоемов вирусами, болезнетворными бактериями, а так же гельминтами. Помимо этого, накопление биогенных элементов за счёт стоков ферм и удобрений, происходит повышение биологической продуктивности (эвтрофикация) водоёмов [4].

1.3. Методы определения тяжелых металлов в водной среде

С развитием технологий методов анализа постоянно решались масштабные задачи в области мониторинга окружающей среды. Например, обнаружение основных источников загрязнения биосферы, установление динамики загрязнения и трансформации загрязнителей, их перенос и миграцию. Многолетние исследования признали ТМ, как одни из самых важных объектов анализа. К тому же их содержание в компонентах ОС может колебаться, в связи с чем методы определения должны обеспечивать решение поставленной задачи. Существует множество методов для

определения ТМ в водной среде, однако, ниже будут приведены самые эффективные.

Сорбционный метод является одним из наиболее эффективных методов концентрирования элементов для последующего анализа. Концентрирование помогает снизить предел обнаружения, а так же выделить микрокомпоненты из большого объема исходного вещества в малый объем сорбента, тем самым уменьшив временные затраты на проведения анализа проб [5].

Суть сорбционного метода, главным образом, заключается в распределении вещества между жидкостью и твердой фазой. Поры сорбента обязательно должны подходить под размер молекул сорбируемого вещества.

Поиск и разработка недорогих и в то же время эффективных сорбентов – актуальная задача и сегодня. Производится изучение и активное применение фитосорбентов. Основой для синтеза сорбентов могут служить древесные опилки или ячменная шелуха. В результате обработки растительных материалов растворами, содержащими мочевины, диметилформамид и ортофосфорную кислоту, на их поверхности наряду с остаточными альдегидными и карбоксильными группами образуются фосфорнокислые и первичные аминогруппы [6]. Степень фосфорилирования зависит от степени содержания фосфорнокислых групп: чем их больше, тем степень фосфорилирования больше. Меньшей степенью фосфорилирования характеризуются сорбенты, в которых дополнительно содержатся аминогруппы. Лосевым В.Н. [6] показано эффективное использование данных фитосорбентов для определения цветных и тяжелых металлов в природных и техногенных водах.

Наиболее универсальным и распространенным сорбентом является активированный уголь. Однако то, что активированный уголь имеет активную поверхность и небольшое количество каталитически активных металлов в качестве примесей, не делает его оптимальным сорбентом. В процессе сорбции с использованием активированного угля могут

происходить различные каталитические реакции, приводящие к изменению исходного состава исследуемого образца. В связи с этим, все большее распространение получают органические и неорганические модифицированные сорбенты [7].

Широкое распространение получили органические оксиды на основе целлюлозы, поскольку целлюлозу легко модифицировать. Соответственно можно получить хорошие сорбенты на ее основе, исходя из изначальных характеристик сорбируемого вещества [8].

Пенополиуретаны (ППУ) активно применяются для сорбции. Они обладают высокой сорбционной емкостью за счет наличия ячеек-пор, большой химической устойчивостью. Помимо этого, ППУ имеют весьма широкую доступность и низкую стоимость [9]. Р. Калетка [9] было исследовано концентрирование ряда металлов на ППУ в среде HCl и HCl-KSCN, достигнуты высокие коэффициенты концентрирования.

К сорбентам на основе неорганических матриц можно отнести ряд веществ: активированный уголь, сажа, оксиды металлов и графитовые порошки, а так же алюмосиликаты, глины и пр. Данные сорбенты применяют, в большинстве случаев, для группового извлечения металлов. Для избирательного извлечения необходимо модифицировать поверхности сорбентов. Самые распространенные матрицы для модифицирования – это неорганические оксиды металлов, такие как оксиды кремния, алюминия, циркония или титана [10].

Мухина А.Н. [10] предлагает использование неорганических сорбентов, модифицированных сульфидопроизводными органических реагентов. Автором определены оптимальные условия сорбционного концентрирования Zn(II), Fe(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), Pb(II), Al(III), Mn(II) и Cd(II) в статическом и динамическом режимах в зависимости от природы неорганического оксида, природы и поверхностной концентрации реагента, pH раствора и продолжительности сорбции. Так же были представлены результаты тест-определения металлов с использованием цветных шкал.

Однако, колориметрический метод не является оптимальным, поскольку существуют люди с нарушенным цветовосприятием.

В перспективе ведутся разработки не только оптимальных сорбентов, но и оборудования. Например, при тест-определении можно заменить цветовую шкалу на прибор, показывающий результат в цифирном выражении.

Сухарев С.Н. [11] использовал неорганические сорбенты для определения целого ряда тяжелых металлов. Предложенная им методика сорбционно-атомно-абсорбционного определения тяжелых металлов характеризуется низкими пределами обнаружения, простотой исполнения и имеет удовлетворительные метрологические характеристики.

Иванов В.М. [12] проводил анализ полуколичественного и количественного определения ртути. Ртуть является летучим веществом, поэтому концентрирование сорбентами из водной вытяжки без применения нагрева является эффективным способом получить достоверный образец для последующего анализа.

Однако существует множество методов определения тяжелых металлов в одной среде. Каждый обладает своими достоинствами и слабыми сторонами. Ниже приведены несколько примеров различных методов, качественных и количественных.

1.3.1. Вольтамперометрия

Вольтамперограммы – поляризационные кривые, на расшифровке которых основан данный метод. Их получают в электролитической ячейке с поляризующимся индикаторным электродом и неполяризующимся электродом сравнения. Вольтамерометрия – качественный и количественный метод исследования веществ.

Сегодня вольтамперометрия соединяет в себе высокочувствительность и экспрессность и позволяет определить содержание органических и неорганических веществ в различных объектах

Этот метод, в частности, может составить конкуренцию атомно-абсорбционной спектроскопии для ряда элементов. Еще одно достоинство – возможность одновременно обнаружить несколько компонентов (до 4-5), а получить линейную зависимость тока от концентрации в диапазоне 10^{-8} — 10^{-2} М [13].

Авторами [14] исследована возможность применения ионнообменного метода для сепарации ионов Fe(III), Ni(II), Mn (II) и Cu(II) от арсенит- и арсенат-ионов с помощью картриджа IC-H Hypersep (Metrohm, Швейцария) и сульфокатионитов КУ-2-8 (Россия) и Pirolite C100 (Великобритания). Так же ими подобраны оптимальные условия для удаления с помощью ионного обмена мешающих катионов воды при определении различных форм мышьяка методом инверсионной вольтамперометрии. Разработанная авторами методика анализа применима для определения неорганических форм As методом инверсионной вольтамперометрии в питьевой воде.

Так же этот метод, помимо, основной его задачи, можно применять с целью изучения влияния одних компонентов раствора на другие его составляющие. Например, влияние ртути в потенцированных растворах [15].

1.3.2. Тонкослойная хроматография

Простота устройства оборудования и низкий предел обнаружения – вот главные преимущества тонкослойной хроматографии. С другой стороны, данный метод трудоёмок, длительность анализа высокая и высокий предел обнаружения при количественном анализе – основные недостатки ТСХ [13].

Помимо тяжелых металлов, с помощью ТСХ можно определять для анализа пестициды, консерванты, антиоксиданты, органические соединения, содержащие серу, и многое другое [16], а так же определять состав нефтяных шламов [17].

Спиртовой раствор ализарина используют для обнаружения неорганических катионов (Hg, Pb, Cu, Cd, Al, Ti, Fe, Zn, Ba, Ca, Mn, Co, Ni, Be, Mg, Li, Se, Ag, Bi, Cr, U и PЗЗ), а п-аминобензойную кислоту применяют для детектирования никотиновой кислоты, а молибдат аммония служит для идентификации фосфорсодержащих органических пестицидов [13].

1.3.3. Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) – метод, основанный на совокупности других методов, базирующихся на изучении спектров испускания свободных атомов и ионов в газовой фазе. Данный метод обладает очень низким пределом обнаружения широкого спектра элементов, однако это очень дорогостоящий вид анализа [13]. Еще одно важное достоинство данного метода – возможность, при малом весе пробы, экспрессного определения широчайшего спектра элементов при высоком диапазоне концентраций. АЭС широко применяется для целей контроля и мониторинга промышленных предприятий, поиска и переработки различных полезных ископаемых, в медицинских, биологических и экологических исследованиях и т.д.

Различными учеными [18, 19, 20] исследовано состояние атмосферного воздуха территорий Томска и Томской области, используя данный метод.

С помощью АЭС так же возможно создание различных методик определения редкоземельных металлов. Соответственно, это можно использовать для поиска и разведки новых месторождений [21].

1.3.4. Масс-спектрометрия

Масс-спектрометрия является наиболее успешным методом на протяжении многих лет. С помощью МС определяют загрязняющие вещества в почве, воде, воздухе, пищевых продуктах, растительности, донных отложениях и др. Стоит отметить, что в данном случае, метод не имеет

самостоятельной значимости. Он эффективен только в сочетании с газовой хроматографией или ВЭЖХ.

Области применения МС:

1. Изотопный анализ в космохимии, геологии, геохимии, а так же в ядерной технике, химии, биологии и др [22, 24].
2. Элементный анализ неорганических веществ. МС позволяет проводить анализ пробы локально и послойно, получать сведения о структуре и фазовом составе твердых тел.
3. Экспрессный анализ газовых смесей для целей медицинской отрасли химической и других отраслей промышленности, а так же изучение молекулярного и ионного состава атмосферы различных планет с помощью масс-спектрометров, размещенных на искусственных спутниках и ракетах [23, 25].
4. Молекулярный анализ органических веществ.

1.3.5. Атомно-абсорбционная спектроскопия

ААС используют для определения щелочных и щелочно-земельных элементов, а также таких металлов, как Cr, Fe, Co, Ni, Mg, V, Sr, благородные металлы и др.

Данный метод применяют для всех компонентов природной среды, однако чаще всего он используется именно для анализа проб воздуха и воды. Одна из важных областей применения ААС – определение металлов в сточных водах. Метод атомной абсорбции положен в основу некоторых стандартных методик определения тяжелых металлов в природных и сточных водах России, например, Be, Cd, Hg [13, 27].

Авторами [26] исследована методика с использованием ААС для определения золота и цветных металлов в горных породах. Разработанный метод, с использованием графитовых кювет, эффективен для определения в пробах горных пород и руд таких элементов, как золото, никель, свинец и кобальт.

1.3.6. Фотоколориметрия

Изначально, колориметрический метод анализа носил весьма субъективный характер, поскольку имел большие погрешности. С развитием фотоэлектрической техники стала возможной замена визуальной оценки интенсивности окраски раствора объективной оценкой по степени поглощения с помощью фотоколориметров и спектрофотометров [13].

На сегодняшний день существуют не только стационарные, но и портативные переносные фотоколориметры, позволяющие проводить полевой экспресс-анализ жидких и твердых образцов. Разработанный исследователями [28] прибор даже позволяет проводить измерения с учетом фоновой засветки, которая, в итоге не повлияет на результаты.

1.3.7. Спектрофотометрия

Спектрофотометрический метод исследования и анализа вещества основывается на измерении спектров поглощения в оптической области электромагнитного излучения [13].

Данный метод активно используется при исследовании содержания нефтепродуктов в водах рек [29], содержание ТМ в почвах и пищевых объектах [30]. Происходит модификация метода, что позволяет выводить спектрофотометрию на новый уровень. Например, использовать новые возможности и новые эталоны сравнения для анализа лекарственных средств [31].

1.3.7.1. Твердофазная спектрофотометрия

ТФС – гибридный способ анализа, объединивший в себе сорбционное концентрирование и последующий фотометрический анализ сорбента. Способ эффективен при определении Си, Pb, Zn, Fe(III), Cd, Hg, Sn(IV) [36]. Сегодня существуют методы фотометрического определения вышеперечисленных элементов как в растворе, так и в фазе полимерных сорбентов, модифицированных различными реагентами. Метод ТФС

позволяет проводить анализ различных объектов, в том числе пищевые продукты, что особо актуально с развитием пищевой промышленности [32].

Различные способы модификации методики определения тех или иных веществ позволяют расширять границы доступных знаний, а так же упрощать или улучшать уже известные способы. Например, существуют сведения об использовании неокупроина, иммобилизованного в оптически прозрачной полиметакрилатной матрице для определения меди трёхвалентной [33].

Главное преимущество концентрирования в том, что это позволяет уменьшить объем образца и снизить предел обнаружения за счет увеличения концентрации исследуемого вещества в малом объеме. Различные комбинации органических и неорганических сорбентов и органических реагентов создают поистине безграничные возможности для определения веществ [34]. Пенополиуретаны, кремнезем и активированный уголь наиболее распространены в качестве основы для приготовления сорбентов, поскольку данные материалы химически устойчивы, общедоступны и просты в эксплуатации [5, 10, 35]. Цветовые характеристики получаемых сорбатов расширяют область исследования процессов, происходящих в анализируемых образцах [37].

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом в данной работе являются тяжелые металлы (I, Fe²⁺, Fe³⁺), содержание которых определялось на силикагеле, модифицированном разными способами.

Для подготовки к сорбции порошка кремнезема была проведена активация его поверхности и нанесен реагент. В дальнейшем сорбционным методом было произведено концентрирование ТМ на поверхности полученных сорбентов.

Для получения аналитического сигнала был выбран метод твердофазной спектрофотометрии, а для обработки и структурирования полученных данных, построения градуировочных графиков были использованы продукты пакета MS Office (MS Excel и MS Word).

Измерения производились на приборе, фиксирующем световой поток. Физический параметр исследования – коэффициент отражения R. Аналитическим сигналом служит величина, обратная R.

3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

В данном разделе представлены данные о практической части работы, которая состоит из нескольких этапов:

1. Синтез сорбента;
2. Концентрирование ТМ на поверхности сорбента;
3. Получение аналитического сигнала и его обработка.

3.1. Синтез сорбента SiO₂-ПГМГ-Реагент

Процесс синтеза сорбентов включал в себя несколько стадий [10].

1. Активация.

Навеску SiO₂, массой 20 г, на 1 час помещали в слабощелочную среду (раствор NaOH со значением pH=9). На протяжении 1 часа показатель pH не должен опускаться ниже значения 8. Это необходимо для того, чтобы активировать поверхность молекул SiO₂. Затем промывали силикагель дистиллированной водой до значений pH=6-7.

2. Поверхность SiO₂ отрицательно заряжена и отталкивает отрицательно заряженные группы органических веществ. Чтобы избежать этого, необходимо нанести на силикагель слой положительно заряженных полимеров. При постоянном перемешивании добавляем раствор полигексометиленгуанидина (ПГМГ) из расчета 50% от массы кремнезема. Соответственно, в данном случае была взята навеска 10 г ПГМГ. Готовим 10%-ый раствор ПГМГ и прикапываем его, при постоянном перемешивании, на скорости 1 мл/мин к силикагелю. После добавления всей массы раствора необходимо еще дополнительно перемешать сорбент 30 минут.

3. Далее следует слить отстоявшийся раствор и добавить к силикагелю 100 мл 1%-ого раствора NaCl и перемешать еще 5 минут и промыть сорбент дистиллированной водой до значения pH=6.

4. Переносим силикагель в чашку Петри и сушим сушильном шкафу при t=50° С.

В итоге получаем готовый сорбент, на который остается только нанести необходимый реагент для концентрирования вещества на поверхности сорбента.

В данных случаях были использованы следующие реагенты:

1. Для концентрирования I – 8-оксихинолин;
2. Для концентрирования Fe^{2+} – бетафенантролин;
3. Для концентрирования Fe^{3+} – нитрозо-Р-соль.

3.2. Концентрирование Fe^{2+} , Fe^{3+} , I на поверхности сорбента

Исходные растворы ТМ готовили путем разбавления концентрированных раствора железа и йода до достижения концентрации 2,16 мкг/мл. Для концентрирования железа на сорбенте было проведено три эксперимента. В каждом случае из трех менялась только навеска сорбента. Использовали навески $m=0,1$ г в количестве 6 штук для каждого металла. К этим навескам добавляли 0,05%-ый раствор соответствующего реагента и перемешивали в течении 15 мин. Затем раствор сливался и в разные пробирки с навесками добавляли доведенный до pH=4,5-6 раствор Fe^{2+} , доведенный до pH=3,5-4 раствор Fe^{3+} . Исходные данные приведены в табл. 3.2.1-3.2.3. В каждую пробирку добавляется 1мл гидроксиламина [10].

Таблица 3.2.1 – Получение комплекса 7-йод-8-оксихинолин

№ пробирки	Концентрация на поверхности, мг/0,1 г сорбента
11	0
12	0,1
13	0,25
14	0,5
15	1
16	2

Таблица 3.2.2 – Получение комплекса Fe(II)-Bathophenanthroline

№ пробирки	концентрация на поверхности, мкг/0,1 г сорбента
1	0
2	0,25
3	0,5

№ пробирки	концентрация на поверхности, мкг/0,1 г сорбента
4	1,25
5	2,5
6	5

Таблица 3.2.3 – Получение комплекса Fe(III)-нитрозо-Р-соль

№ пробирки	концентрация на поверхности, мкг/0,1 г сорбента
21	0
22	0,25
23	0,5
24	1,0
25	2,5
26	5

В итоге получили комплексы ТМ различной окраски: комплекс с Fe(II) приобрел розовую окраску, с Fe(III) – оранжевую, а с I₂ – от желтого до зеленого. С увеличением концентрации ТМ, окраска становится более яркой.

3.3. Получение аналитического сигнала и его обработка

Принцип измерения концентрации определенного компонента тяжелых металлов основан на его селективной химической реакции со специально подобранным компонентом. Эта селективная химическая реакция приводит к образованию окрашенного устойчивого комплексного соединения имеющего характерные минимумы и максимумы на спектрах поглощения и отражения. Таким образом, аналитический сигнал связан с коэффициентом отражения R на определенной длине волны: например, при взаимодействии ионов железа с сульфосалициловой кислотой в среде гидроксида аммония образуется ярко окрашенный желтый комплекс. Этот комплекс, сорбированный на кремнеземе, даёт минимум отражательной способности в диапазоне длин волн 420–490 нм.

Для оптических измерений использовались светодиоды и фотодиоды. Фотодиод преобразует световой поток, сфокусированный оптической линзой на монокристалле кремния, в электрический ток, который далее преобразуется на операционном усилителе в напряжение, которое измеряется аналогово-цифровым преобразователем.

В качестве фотодиода используется SFH229 в прозрачном в видимом диапазоне длин волн корпусе. Преобразователь ток—напряжение выполнен на высококачественном сдвоенном rail-to-rail операционном усилителе AD8606. Коэффициент преобразования ток—напряжения задан резистором обратной связи величиной 100 кОм (100 мВ на 1 мкА). В схеме используется современный 16-битный аналогово-цифровой преобразователь ADS1115, имеющий четыре измерительных канала. Этот преобразователь передает данные на микроконтроллер по интерфейсу связи I2C.

В качестве микроконтроллера используется высокопроизводительный 32-битный из серии STM32F0. В цифровом виде данные поступают из микроконтроллера на компьютер для дальнейшей обработки. Связь с компьютером осуществляется через USB—UART преобразователь на CP2102.

Из доступных в продаже были выбраны светодиоды серии FYL3014 со следующими длинами волн: 470, 525, 590 и 660 нм, что соответствует синему, зеленому, желтому и красному цветам свечения. Эти светодиоды характеризуются высокой световой отдачей до 1000 мКд при токе 20 мА, а также узким спектром ширина спектра на полувысоте не превышает 5–15 нм. Конструктивно светодиод и фотодиод выполнены в одинаковом корпусе с прозрачной собирающей линзой и имеют диаметр 3 мм. Оптическая схема изображена на рисунке 3.1.

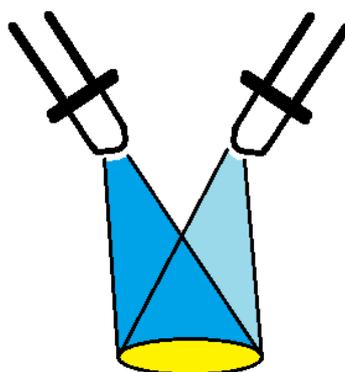


Рисунок 3.1 – Оптическая схема прибора

Принципиальная электрическая схема изображена на рисунке 3.2.

рис.3.3.1-3.3.4. Измерения проводились на длине волны излучающего светодиода $\lambda=470$ нм

Таблица 3.3.1 – Результаты измерения интенсивности серого цвета

Цвет	R	G	B	Показания прибора	Отраженный световой поток	R
	255	255	255	15355	4645	1
	127	127	127	15786	4214	0,90721
	63	63	63	16247	3753	0,80797
	31	31	31	16823	3177	0,68396

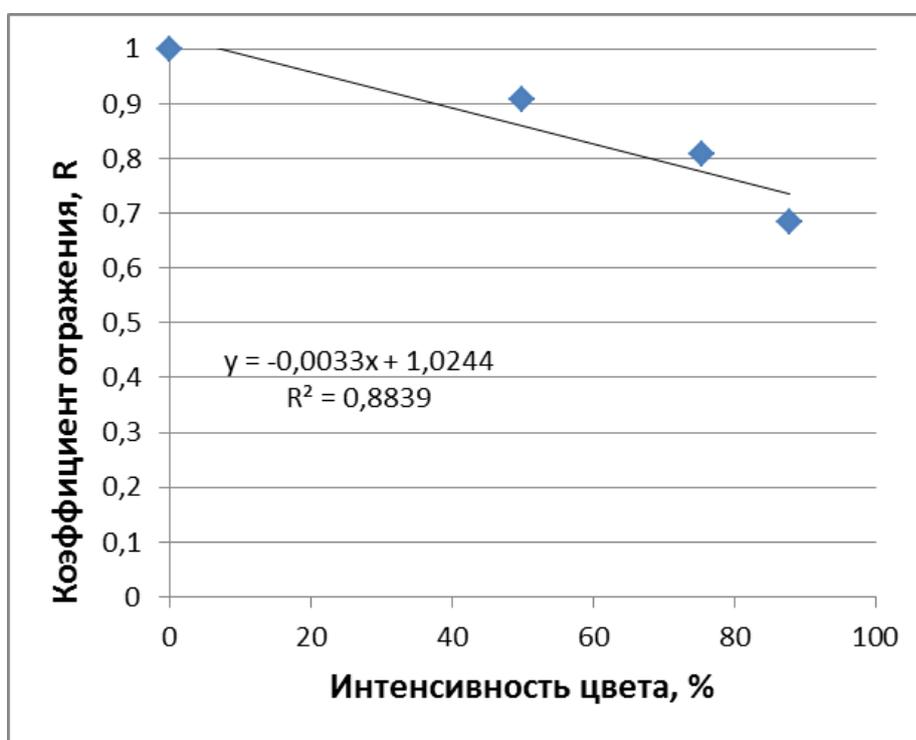


Рисунок 3.3.1 – График зависимости R от интенсивности серого цвета

Таблица 3.3.2 – Результаты измерения интенсивности синего цвета

Цвет	R	G	B	Показания прибора	Отраженный световой поток	R
	255	255	255	15595	4405	1
	200	200	255	15958	4042	0,91759
	150	150	255	16188	3812	0,86538
	120	120	255	16287	3713	0,84291

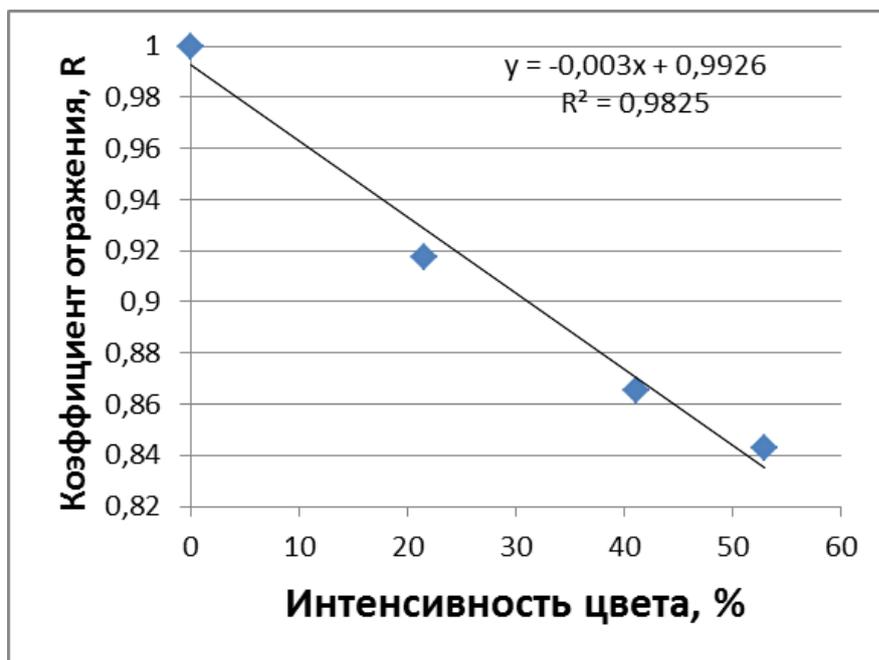


Рисунок 3.3.2 – График зависимости R от интенсивности синего цвета

Таблица 3.3.3 – Результаты измерения интенсивности красного цвета

Цвет	R	G	B	Показания прибора	Отраженный световой поток	R
	255	255	255	15657	4343	1
	255	220	220	15843	4157	0,95717
	255	200	200	15933	4067	0,93645
	255	150	150	16302	3698	0,85149

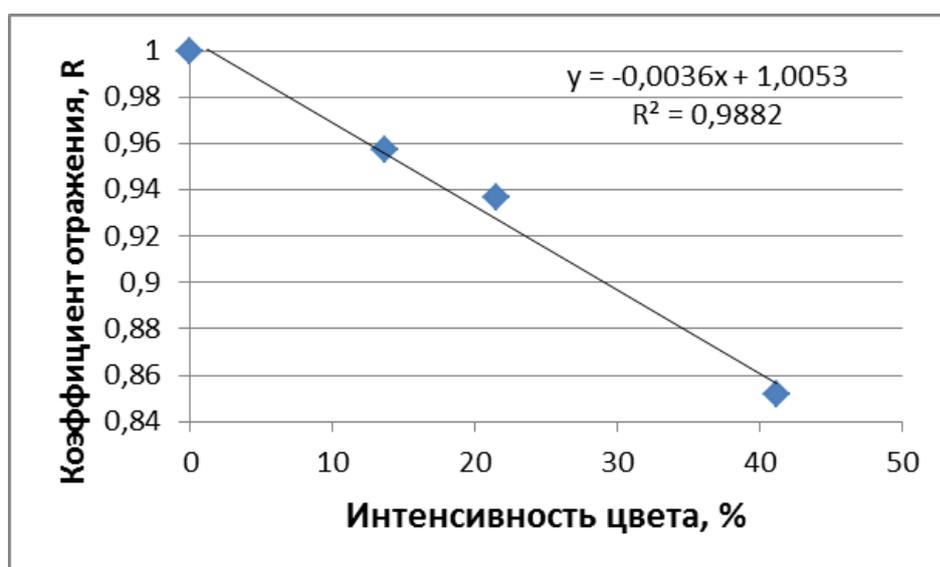


Рисунок 3.3.3 – График зависимости R от интенсивности красного цвета

Таблица 3.3.4 – Результаты измерения интенсивности желтого цвета

Цвет	R	G	B	Показания прибора	Отраженный световой поток	R
	255	255	255	15745	4255	1
	200	255	200	15991	4009	0,94219
	150	255	150	16253	3747	0,88061
	120	255	120	16358	3642	0,85593

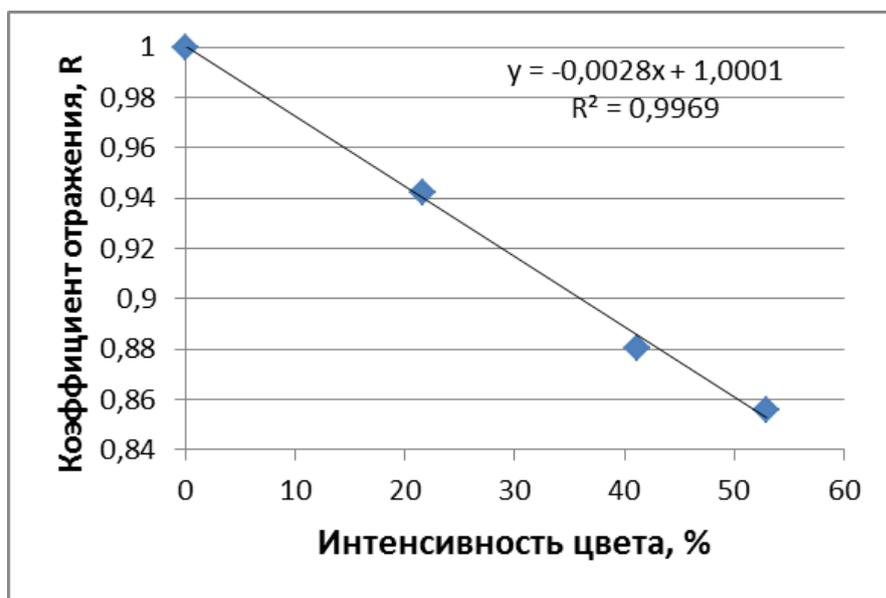


Рисунок 3.3.4 – График зависимости R от интенсивности желтого цвета

Полученные линейные зависимости коэффициента отражения от интенсивности цвета говорят о том, что прибор работает верно. При всем этом он различает почти невидимые глазу цветовые различия, что можно увидеть из цветовых шкал. Соответственно, следующим этапом можно проведения работ можно обозначить измерение реальных подготовленных сорбентов с проведенным на них концентрированием ТМ.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенных измерений был получен аналитический сигнал, равный величине, обратной коэффициенту отражения R. Полученные данные по всем определяемым ТМ сведены в табл. 4.1-4.3.

Таблица 4.1 – Результат измерения I

С(I) на поверхности, мкг/0,1 г сорбента	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Аналитический сигнал
0	15683	1617	0
0,1	16305	995	0,625126
0,25	16599	701	1,306705
0,5	16880	420	2,85
1	17020	280	4,775
2	17130	170	8,511765

*Измерения проводились на $\lambda=470$ нм с учетом фоновой засветки

Таблица 4.2 – Результат измерения Fe(II)

С (Fe ²⁺) на поверхности, мкг/0,1 г сорбента	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Аналитический сигнал
0	16360	681	0
0,25	16434	607	0,121911
0,5	16532	509	0,337917
1,25	16673	368	0,850543
2,5	16750	291	1,340206
5	16854	187	2,641711

*Измерения проводились на $\lambda=520$ нм с учетом фоновой засветки

Таблица 4.3 – Результат измерения Fe(III)

С(Fe ³⁺) на поверхности, мкг/0,1 г сорбента	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Световой поток, не учитывающий фоновую засветку	Аналитический сигнал
0	14700	2293	0
0,25	14839	2154	0,064531
0,5	14980	2013	0,139096
1,25	15189	1804	0,271064
2,5	15827	1166	0,966552
5	16167	826	1,776029

*Измерения проводились на $\lambda=595$ нм с учетом фоновой засветки

Соответственно, по полученным таблицам построены графики зависимости концентрации от аналитического сигнала (рис. 4.1-4.3). Чем

ярче окрашен образец, тем меньше его отражающая способность и тем больше света поглотилось.

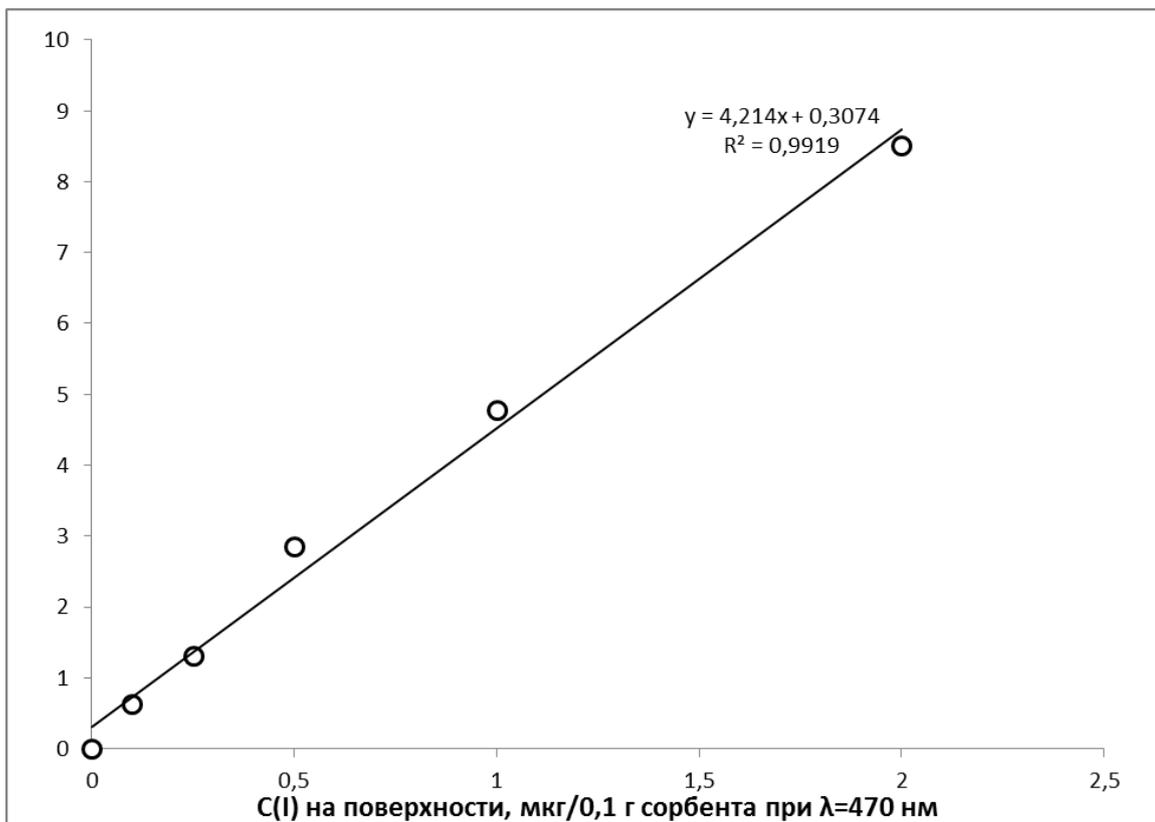


Рисунок 4.1 – Зависимость аналитического сигнала от C(I)

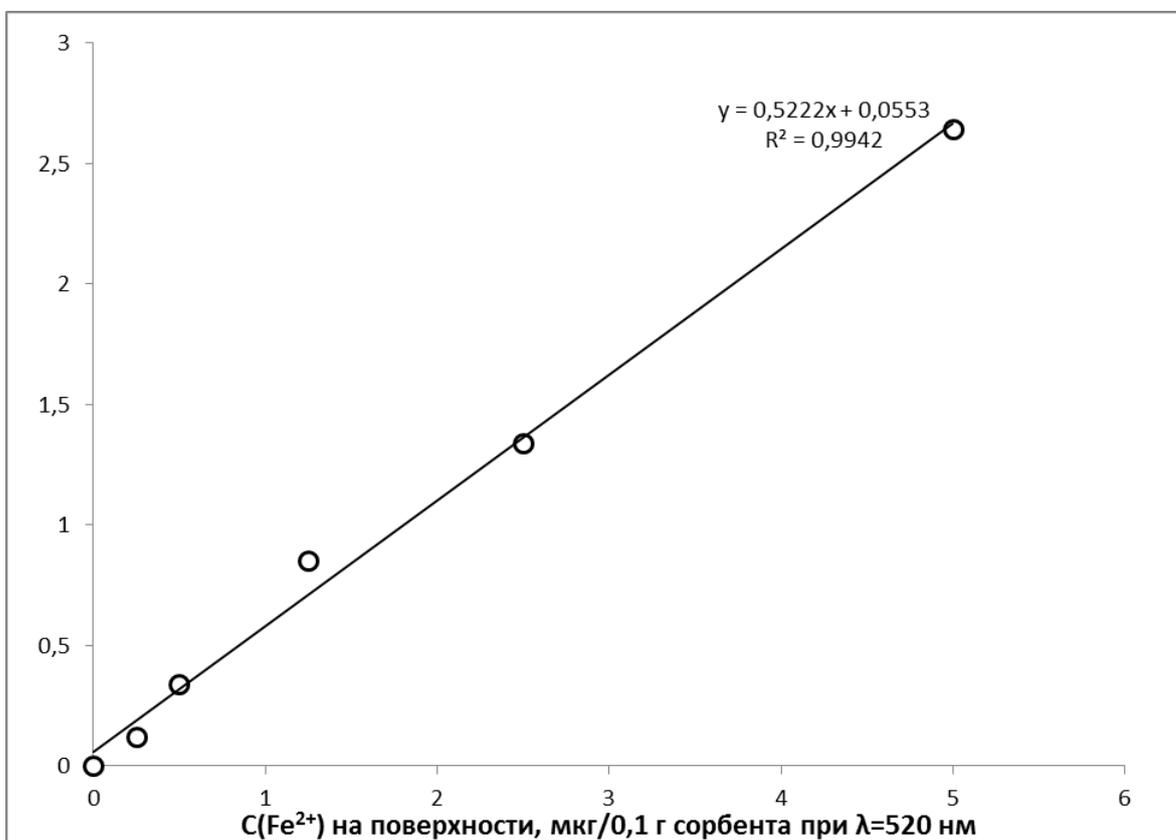


Рисунок 4.2 – Зависимость аналитического сигнала от $C(Fe^{2+})$

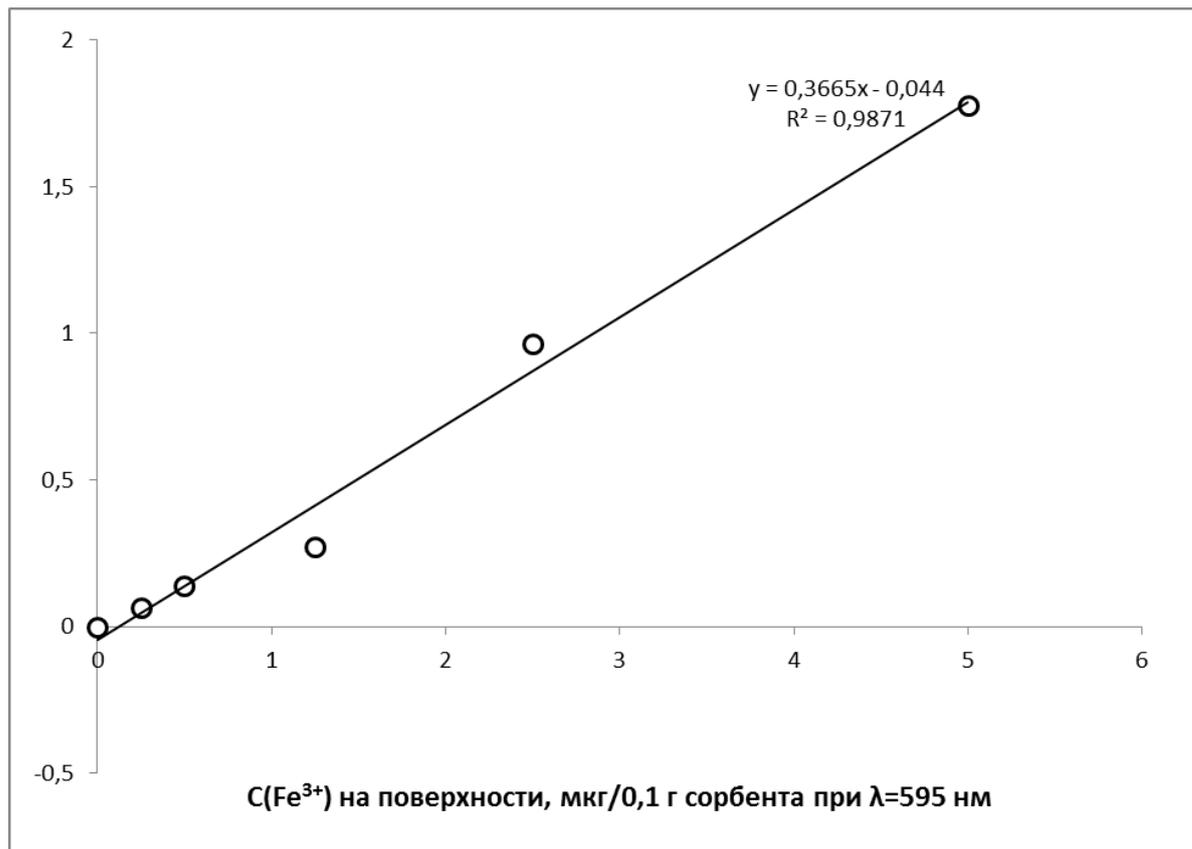


Рисунок 4.3 – Зависимость аналитического сигнала от $C(Fe^{3+})$

При построении градуировочных графиков с величиной, обратной R , должна наблюдаться линейная зависимость. Можно заметить, что во всех трех случаях наблюдается данная зависимость. Это говорит о том, что закон Бугера-Ламберта-Бера соблюдается (пучок монохроматического света, пройдя через слой поглощающего вещества, выходит ослабленным). Однако, стоит заметить, что очень важно, при проведении подобным измерений, выбирать оптимальную длину волны светового потока. Например, при проведении измерений, в данной работе, на окрашенные в желтый цвет комплексы йода применялся синий свет, на окрашенные розовым цветом комплексы $Fe(II)$ – зеленый свет.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа по теме «Мониторинг содержания тяжелых металлов в водной среде методом твердофазной спектрофотометрии» посвящена разработке новых методик обнаружения тяжелых металлов.

Ионы металлов имеют особое место в отношении загрязнения ОС. В последние десятилетия в процессы миграции тяжелых металлов в природной среде интенсивно включилась антропогенная деятельность человечества. Количество химических элементов, поступающее в ОС в результате техногенеза, в ряде случаев значительно превосходит уровень их естественного поступления. Одним из эффективных методов обнаружения ТМ в воде является метод твердофазной спектрофотометрии. Экологический мониторинг содержания ионов тяжелых металлов в водной среде является актуальной задачей для контроля качества сточных вод предприятий, а также изучения их влияния на природные водные объекты.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособной методики, отвечающей современным требованиям анализа сточных вод.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
3. Планирование научно-исследовательских работ;

5.1. Предпроектный анализ

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование (рис. 5.1.1).

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

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга) [38].

		Характеристики методов обнаружения ТМ			
		Низкий предел обнаружения	Экспрессность	Простота использования	Доступность
Целевая аудитория	Химическая промышленность	■	■	■	■
	Энергетический комплекс	■	■	■	■
	Машиностроение	■	■	■	■
	Добывающая промышленность	■	■	■	■
Вольтамперометрия				–	■
Высокоэффективная жидкостная хроматография				–	■
Атомно-эмиссионная спектроскопия				–	■

Рисунок 5.1.1 – Карта сегментирования рынка использования методов обнаружения ТМ

Рассматриваемая в данной работе экспресс-методика обнаружения тяжелых металлов в сточных водах предполагает собой мобильный прибор, в котором методом твердофазной спектроскопии происходит анализ пробы. Пробоподготовка не требуется, что обеспечивает максимальную простоту использования. Это поможет объединить в себе все критерии и сделать

исследуемую методику оптимальной для использования в разных отраслях промышленности.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [38]

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения (табл. 5.1.2.1) позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 5.1.2.1 – Оценочная карта по сравнению конкурентных технических решений для экспресс-методов обнаружения ТМ в воде

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует ли требованиям потребителя)	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Помехоустойчивость	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
4. Энергоэкономичность	0,02	5	3	3	0,1	0,06	0,06
5. Надежность	0,2	5	5	3	1	1	0,6
6. Уровень шума	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
7. Безопасность	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
9. Простота эксплуатации	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
10. Возможность подключения к ЭВМ	0,02	5	5	3	0,1	0,1	0,06

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,13	5	5	4	0,65	0,65	0,52
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
3. Цена	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
4. Послепродажное обслуживание	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
Итого	1	65	57	49	4,79	4,05	3,35

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Исследуемая методика сравнивается с аналогами, которыми являются: Атомно-абсорбционная спектроскопия (K_1) и кондуктометрия (K_2). Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum Vi \times B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i -го показателя.

Итогом для данного анализа может служить ряд следующих выводов:

1. Разрабатываемая методика определения ТМ в водной среде является конкурентоспособной, поскольку является наиболее простым в использовании, не уступая по техническим характеристикам;
2. Данная методика является наименее затратной с точки зрения стоимости, что так же выгодно отличает ее на фоне аналогов.

5.1.3. SWOT-анализ

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

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [38]. Данный анализ включает в себе несколько этапов.

Первый этап – описание сильных и слабых сторон проекта. Здесь происходит анализ проекта с точки зрения его преимуществ и недостатков, которые по пунктам выносятся в две колонны (два столбца) итоговой таблицы.

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта (табл. 5.1.3.1). Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 5.1.3.1 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны методики					Слабые стороны методики				
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности методики	B1	+	0	0	0	0	+	+	0	+	+
	B2	+	0	0	0	0	+	0	0	+	+
	B3	+	+	+	+	+	-	+	0	-	-
	B4	-	-	-	+	-	-	-	0	+	-
	B5	-	+	+	+	+	-	-	0	0	-
Угрозы методики	У1	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+
	У2	0	0	0	+	-	+	+	-	+	-
	У3	0	0	0	-	-	+	0	+	0	-
	У4	0	0	+	-	+	+	0	-	+	+
	У5	+	0	0	+	-	-	0	-	0	-

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей. Например, направления реализации проекта, исходя из табл.

1.3.2, можно выбрать следующие: В1С1, В2С2, В3С1С2С3С4С5, В4С4, В5С2С3С4С5.

Третий этап – составление итоговой матрицы SWOT-анализа (табл. 5.1.3.2).

Таблица 5.1.3.2 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Экспрессность разрабатываемой методики.</p> <p>С2. Исключительная простота использования оборудования.</p> <p>С3. Точность измерений.</p> <p>С4. Более низкая стоимость оборудования, по сравнению с аналогами.</p> <p>С5. Не требует сложной подготовки специалиста для работы с прибором.</p>	<p>Сл1. Методика и прибор находятся на стадии разработки. Его еще нельзя внедрять на рынок.</p> <p>Сл2. Сложность подбора оптимальных реагентов и материалов на начальном этапе разработки.</p> <p>Сл3. Отсутствие на данном этапе оптимальной схемы анализа.</p> <p>Сл4. Отсутствие единых расходных материалов для обнаружения ТМ, т.е. для обнаружения одного ТМ необходим конкретный реагент.</p> <p>Сл5. Погрешности в измерениях на этапе разработки методики.</p>
Возможности:	<p>В1С1 – Методика будет позволять быстро и легко определять большой спектр компонентов.</p> <p>В2С2 – Выбор оптимальной</p>	<p>В1Сл1Сл2Сл4Сл5 – Методика не будет пользоваться спросом на рынке, а так же увеличение затрат времени на</p>
<p>В1. Использование новых реагентов для расширения перечня веществ, которые можно будет обнаружить</p>		

<p>данной методикой.</p> <p>В2. Использование различных сорбционных пластин для выявления оптимального материала.</p> <p>В3. Успешная реализация методики еще на стадии разработки для исследовательских целей.</p> <p>В4. Повышение стоимости приборов конкурентов.</p> <p>В5. Коммерческие предложения различным организациям в целях сотрудничества.</p>	<p>основы для проведения анализа.</p> <p>В3С1С2С3С4С5 – Наилучшее сочетание сильных сторон и возможностей, при котором очень высока вероятность успешной реализации проекта на рынке.</p> <p>В4С4 – Спрос на разработанный прибор возрастет.</p> <p>В5С2С3С4С5 – Уменьшение затрат времени на реализацию проекта.</p> <p>При совмещении сильных сторон и возможностей, методика повысит свою конкурентоспособность на рынке. Но, что более важно, стадия разработки пройдет значительно быстрее и с меньшими затратами.</p>	<p>реализацию проекта.</p> <p>В2Сл1Сл4Сл5 – Могут возникнуть сложности, связанные с утверждением оптимальной системы анализа.</p> <p>В3Сл2, В4Сл4 – Реализация на стадии разработки не будет возможна.</p> <p>При совмещении возможностей и слабых сторон, методика улучшится, поскольку деятельность будет направлена на устранение недостатков.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Трудности, связанные с выбором необходимых реагентов из их большого множества.</p> <p>У2. Недостаток финансирования.</p> <p>У3. Разработанная методика не будет пользоваться спросом на рынке.</p> <p>У4. Введение новых</p>	<p>У1С1С2 – Увеличение затрат времени на подбор оптимальных расходных материалов.</p> <p>У2С4 – Увеличение затрат времени на реализацию проекта, а так же выбор более дешевых (и, возможно, некачественных, расходных материалов),</p> <p>У4С4С5 – Аннулирование</p>	<p>У1Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5 – Стечение данных слабых сторон и угрозы имеет самые негативные последствия. Методика будет нуждаться в долгих доработках и, возможно, пересмотрении концепции.</p> <p>У2Сл1Сл2Сл4 – Увеличение затрат времени на реализацию проекта в связи</p>

<p>требований Государства на сертификацию оборудования.</p> <p>У5. Разработанная методика не сможет выдержать конкуренцию на рынке.</p>	<p>разработок и пересмотр всего плана проекта.</p> <p>У5С1С4 – Угроза незначительна, поскольку сильные стороны ее перевешивают..</p> <p>При развитии деятельности в направлении угроза-сильная сторона, можно минимизировать вышеперечисленные риски.</p>	<p>с поиском новых средств финансирования, выбор менее качественных материалов.</p> <p>У3Сл1Сл3 – Пересмотрение концепции методики.</p> <p>У4Сл1Сл4Сл5 – Незначительные последствия, поскольку на стадии разработки методики легко внести необходимые изменения.</p> <p>Если обратить внимание на область угроза-слабая сторона, то можно отметить дальнейшее направление деятельности, которое поможет защитить слабые стороны проекта и минимизировать риски, путем устранения этих сторон.</p>
---	---	---

Исходя из проведенного SWOT-анализа, можно сделать вывод, что данная методика обнаружения ТМ в воде в стадии разработки нуждается в уточнении выбора реагентов для обнаружения ТМ, а так же необходимо, при дальнейшей деятельности, учитывать возможные угрозы и минимизировать их возможную вероятность.

5.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую

показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 5.1.4.

При проведении анализа по таблице 5.4.1 по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (5.2)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению; B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая [38].

Таблица 5.1.4 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	2
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	1
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	2
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	22	22

Сумма баллов проекта и разработчика равно 22. Соответственно, можно сказать о неготовности к коммерциализации проекта на данном этапе разработки.

5.2. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы

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

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

5.2.1. Цели и результат проекта

На данном этапе обозначаются данные о заинтересованных лицах, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в табл. 5.2.1.

Таблица 5.2.1. – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Аналитические лаборатории	Проведение анализов сточных, питьевых и природных вод.
Службы мониторинга промышленных предприятий	Проведение исследований и разработок в области экологической безопасности.
Предприятия химической, энергетической, перерабатывающей промышленности, а так же отрасли машиностроения	Осуществление производственно-экологического контроля на предприятии.

В таблице 5.2.2 указана информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5.2.2 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Разработка методики экспресс-определения тяжелых металлов в воде методом твердофазной спектрофотометрии.
Ожидаемые результаты проекта:	Определение тяжелых металлов в сточных водах с использованием разработанной методики.
Критерии приемки результата проекта:	Практическая значимость результата проекта реализуется в области экологической безопасности, а именно в целях мониторинга содержания тяжелых металлов в сточных водах.
Требования к результату проекта:	Требования:
	Использование разработанного прибора для обнаружения ТМ.
	Определение необходимых исходных материалов (посуда, реактивы, учебные пособия)
	Применения полученных результатов в области мониторинга состояния сточных вод.

Исходя из поставленных целей и ожидаемых результатов, можно сделать вывод, что разработка данной методики очень актуальна в условиях современной экономики на рынке экологических товаров и услуг.

5.2.3. Организационная структура проекта

На данном этапе прорабатываются следующие вопросы: состав рабочей группы проекта, задачи всех участников, их функции и трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 5.2.3.

Таблица 5.2.3 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Кагиров А.Г., ст. преп. каф. ЭБЖ НИ ТПУ	Координация (руководитель проекта)	Координирование деятельности	220
2	Жукова К.С., магистрант каф. ЭБЖ НИ ТПУ	Исполнение (исполнитель проекта)	Выполнение исследовательской работы.	636
ИТОГО:				881

Итоговые трудозатраты составляют 881 час. Большая часть затрат приходится на исполнителя.

5.2.4. Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (табл. 5.2.4).

Таблица 5.2.4 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
1. Бюджет проекта	10 000 руб.
1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
2. Сроки проекта:	01.11.2016 – 11.06.2017
2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.11.2016
2.2. Дата завершения проекта	11.06.2017

В вышеприведенной таблице в качестве ограничений приведены такие параметры, как сроки реализации, бюджет и источник финансирования. Эти параметры являются основными при формировании общей структуры работ.

5.2.5. Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

5.2.6. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рис. 5.2.6).

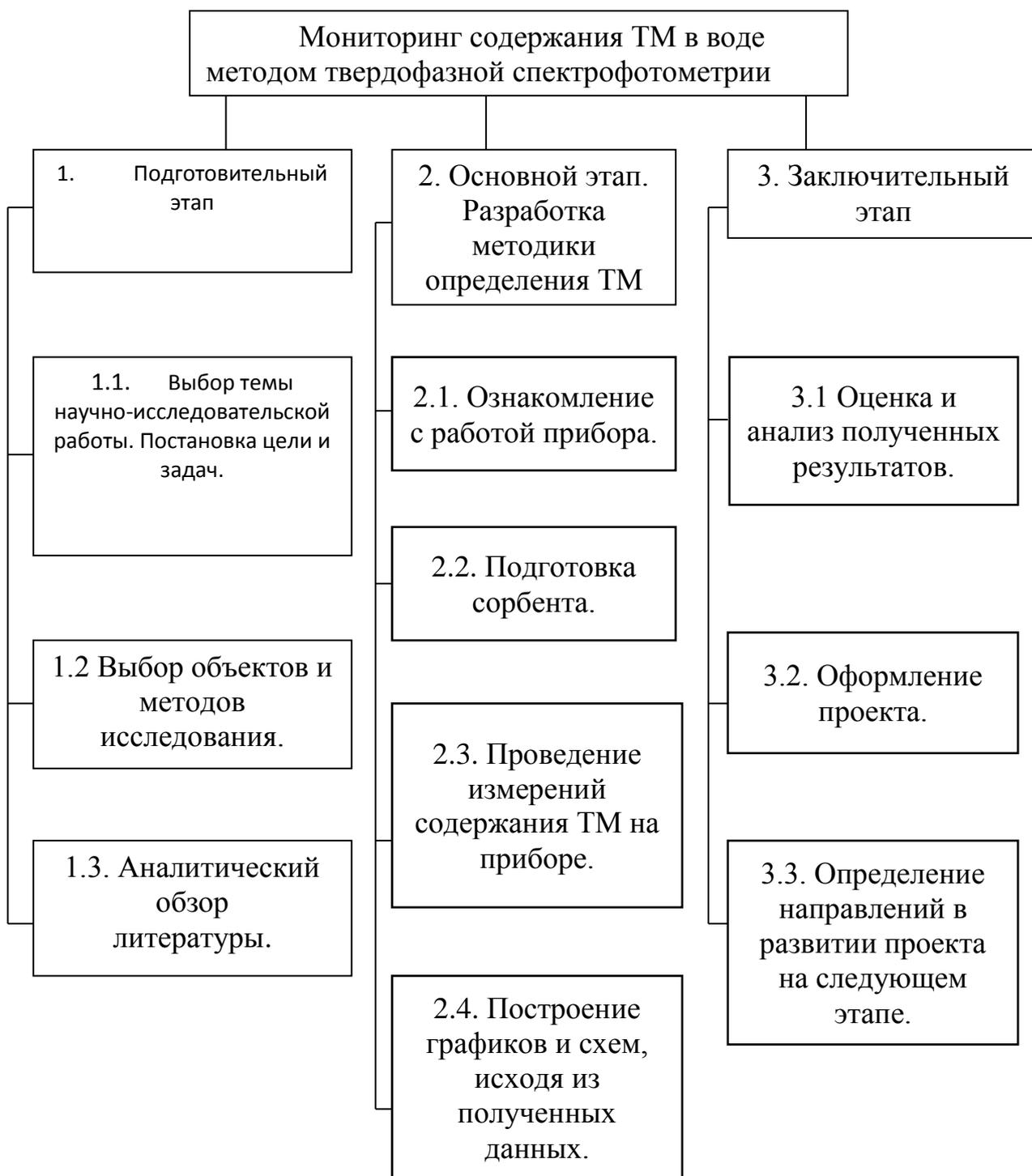


Рисунок 5.2.6 – Иерархическая структура работ

5.2.7. Контрольные события проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Данные сведены в таблицу 5.2.7.

Таблица 5.2.7 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	01.11.2016- 05.11.2016	Приказ
2	Анализ литературы.	11.11.2016- 30.01.2017	Отчет по НИР.
3	Исследования в период прохождения научно-производственной практики, а так же исследования на базе кафедры: изучение содержания тяжелых металлов в сточных водах методом твердофазной спектрофотометрии	30.01.2017- 15.04.2017	Отчет по научно-производственной практике. Защита НПП.
4	Оценка и анализ полученных результатов, оформление проекта.	16.04.2017- 10.06.2017	Предзащита и защита ВКР

Ключевыми событиями проекта является постановка цели и задач, аналитический обзор литературы по теме проекта, исследование в период прохождения научно-производственной практики, оценка и анализ полученных результатов, а так же оформление проекта.

5.2.8. План проекта

В рамках планирования научного проекта был построен линейный график проекта (табл. 5.2.8).

Расстановка последовательности этапов работ и расчет времени каждого этапа дает возможность своевременно и эффективно выполнять запланированный объем работ.

Таблица 5.2.8 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длитель- ность, рабочие дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	5	01.11.2016	05.11.2016	А.Г. Кагиров К.С. Жукова
1.2	Выбор объектов и методов исследования.	5	06.11.2016	11.11.2016	А.Г. Кагиров К.С. Жукова
1.3	Аналитический обзор литературы.	93	11.11.2016	30.01.2017	К.С. Жукова
2.1	Исследования в период прохождения научно-производственной практики, а так же исследования на базе кафедры: изучение содержания тяжелых металлов в сточных водах методом твердофазной спектрофотометрии	77	30.01.15	15.04.17	А.Г. Кагиров К.С. Жукова
2.2	Построение графиков и схем, исходя из полученных данных	5	16.04.2017	20.04.2017	А.Г. Кагиров К.С. Жукова
2.3	Оценка и анализ полученных результатов для определения содержания Тяжелых металлов в сточно воде	20	21.04.2017	10.05.2017	К.С. Жукова
3.1	Оформление проекта к сдаче.	30	11.05.2017	12.06.2017	К.С. Жукова
Итого:		235			

Далее строим диаграмму Гранта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (рис. 5.2.8).

5.3. Бюджет научного исследования

В ходе бюджета научного исследования был составлен перечень всех видов осуществленных расходов, которые были произведены в процессе выполнения данного исследования.

5.3.1. Расчет стоимости материальных затрат

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (5% от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

В таблице 5.3.1 представлена сводная таблица материальных затрат.

Таблица 5.3.1 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Распечатка материалов диссертации	120 листов	2	240
Канцелярские товары	1 комплект	200	200
Прототип прибора	1 штука	700	700
Всего за материалы, руб.			1140
Транспортно-заготовительные расходы (5%), руб.			57
Электроэнергия, руб.			200
Итого по статье, руб.			1397

Итоговая сумма материальных затрат равна 1 тысяча 397 рублей. Основная доля расходов связана с затратами на разработку прототипа прибора анализа.

5.3.2. Расчет затрат на оборудование

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Данные о затратах по данной статье сведены в таблицу 5.3.2.

Таблица 5.3.2 – Затраты на оборудование

п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб	Общая стоимость оборудования, тыс. руб
1	Ноутбук	1	16	16
2	USB Flash накопитель	1	0,4	0,4
ИТОГО, тыс. руб.			16,4	

Итоговая сумма затрат на оборудование составляет 16 тысяч 400 рублей.

5.3.3. Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы приводится в таблице 5.3.3.2.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.3)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_{раб}, \quad (5.4)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 4.3.3.1.);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = Z_{\text{н}} \times M / F_{\text{д}} \quad (5.5)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (табл. 5.3.3.1).

Таблица 5.3.3.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер (исполнитель)
Календарное число дней	222/365	222/365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	28
- невыходы по болезни	–	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	144/247	144/247

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_p \quad (5.6)$$

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

$Z_{\text{б}} = 20\,389,99$ руб – базовый оклад руководителя (старший преподаватель, к.т.н),

$Z_{\text{б}} = 6976,22$ руб – базовый оклад магистранта (учебно-вспомогательный персонал 1-го квалификационного уровня).

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) Оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад Z_6 определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия. Размер окладов ППС и НС ТПУ представлен на корпоративном портале ТПУ.

2) Стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) Иные выплаты; районный коэффициент.

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$$Z_m = 20\,389,99 \times 1,3 = 26\,506,99 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад магистранта:

$$Z_m = 6\,976,22 \times 1,3 = 9\,069,09 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{дн}} = 26\,506,99 / 22 = 1\,204,87 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата магистранта:

$$Z_{\text{дн}} = 9\,069,09 / 22 = 412,23 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.6.3.2.

Таблица 5.3.3.2 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	20 389,99	1,3	26 506,99	1 204,87	144	173 501,28
Инженер	6 976,22	1,3	9 069,1	412,23	144	59361,12

В вышеуказанной таблице содержится итоговая сводка о калькуляции основной заработной платы руководителя и инженера.

5.3.4. Расчет дополнительной заработной платы

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

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (5.7)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, $k_{\text{доп}} = 0,15$

В таблице 5.3.4 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы:

Таблица 5.3.4 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель, (руб)	Инженер, (руб)
Основная зарплата	173 501,28	59 361,12
Дополнительная зарплата	26 025,192	8 904,168
Зарплата исполнителя	199 526,48	68 265,29
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	267 791,77	

Итоговая сумма по статье заработной платы составила 267 тысяч 526 рублей 48 копеек. Основные расходы по этой статье приходятся на зарплату руководителя.

5.3.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды. На 2017 год общие тарифы страховых взносов следующие (таблица 5.6.5):

Таблица 5.3.5 – Общие тарифы страховых взносов на 2017 г.

Ставка ПФР	Ставка ФСС	Ставка ФФОМС	Ставка ФСС по несчастным случаям
22,0%	2,9%	5,1%	0,2%

Совокупная ставка общих страховых взносов равен 30,2%. То есть 30,2% от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением ВКР.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (5.8)$$

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

Соответственно сумма страховых отчислений равна:

$C_{\text{внеб}} = 0,302 \times (173\,501,28 + 26\,025,192) = 60\,257$ руб. (Для руководителя)

$C_{\text{внеб}} = 0,302 \times (59\,361,12 + 8\,904,168) = 20\,616,12$ руб. (Для инженера)

$C_{\text{внеб}} = 0,302 \times C_{\text{зп}} = 80\,873,12$ руб. (Всего отчислений).

В итоге, отчисления на социальные нужды по проекты составляют 80 тысяч 873 рубля 12 копеек.

5.3.6 Накладные расходы

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

В связи с тем, что при проведении исследования использовалось оборудование на базе ТПУ затраты на накладные расходы будут меньше и составят 40 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.9)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов, $k_{\text{накл}} = 0,4$.

$C_{\text{накл}} = 0,4 \times (282\,485,66 + 42\,372,84) = 129\,943,4$ руб. (для руководителя)

$C_{\text{накл}} = 0,4 \times (59\,361,12 + 8\,904,168) = 27\,306,116$ руб. (для инженера)

$$C_{\text{накл}} = 157\,249,51 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляем калькуляцию плановой себестоимости ВКР на тему «Мониторинг тяжелых металлов в водной среде методом твердофазной спектрофотометрии» приведенной в таблице 5.3.6.

Таблица 5.3.6 – Калькуляция плановой себестоимости проекта

Наименование статей затрат	Сумма, руб
Материалы	1397
Оборудование	16 400
Оплата труда работников, непосредственно занятых созданием НИР	267 791,77
Страховые взносы	80 873,12
Накладные расходы	157 249,51
Итого себестоимость ВКР	523 711,4

Итоговая сумма затрат по всем рассчитанным статьям составила 523 тысячи 711 рублей 40 копеек.

5.3.7. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 5.6.7).

Таблица 5.3.7 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Кагиров А.Г./ ст. преп. каф. ЭБЖ НИ ТПУ	Жукова К.С./ магистрант каф. ЭБЖ НИ ТПУ
Подготовительный этап.	О, С	И
Основной этап.	О, С	И
Заключительный этап.	У, О	О, И

Степень участия в проекте характеризуется следующим образом [38]:

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

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

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

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

5.3.8. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу предоставлена в таблице 4.3.8.1.

Таблица 5.3.8 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления риска
1.	Получение недостоверных результатов измерений и, как следствие, ошибочных данных.	Получение неверного результата	средняя	высокое	высокий	Проведение доп. консультаций с научным руководителем; Калибровка прибора; Повышение требований к условию эксперимента	Отсутствие необходимых знаний и навыков по проведению измерений
2.	Поломка оборудования	Получение неверного результата	средняя	высокое	высокий	Постоянное наблюдение за работой прибора.	Сбой в работе прибора

* Уровень риска оценивается как: высокий, средний или низкий в зависимости от вероятности наступления и степени влияния риска. Риски с наибольшей вероятностью наступления и высокой степенью влияния будут иметь высокий уровень, риски же с наименьшей вероятностью наступления и низкой степенью влияния соответственно низкий уровень.

Вывод

В ходе разработки раздела данного раздела был произведен анализ сегментирования рынка, который позволил определить свободные (не занятые конкурентами) сегменты рынка, а так же анализ конкурентных технических решений, который показал преимущества разрабатываемого проекта по сравнению с продукцией конкурентов. Разрабатываемая методика определения ТМ в водной среде является конкурентоспособной, поскольку является наиболее простым в использовании, не уступая по техническим характеристикам. Данная методика является наименее затратной с точки зрения стоимости, что так же выгодно отличает ее на фоне аналогов.

В ходе проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, а так же возможности и угрозы, связанные с его реализацией. Это помогло обратить внимание на пути развития проекта, на которые необходимо сделать упор в дальнейшем. Исходя из проведенного SWOT-анализа, можно сделать вывод, что данная методика обнаружения ТМ в воде в стадии разработки нуждается в уточнении выбора реагентов для обнаружения ТМ, а так же необходимо, при дальнейшей деятельности, учитывать возможные угрозы и минимизировать их возможную вероятность.

Оценка готовности проекта к коммерциализации показала неготовность данного проекта на данном этапе разработки к коммерциализации.

Была обозначена организационная структура, этапы и сроки реализации проекта. Разработана иерархическая структура проекта, которая наглядно показывает этапность и конкретно описывает виды деятельности на каждом этапе. Были обозначены ключевые моменты проекта, календарный план структурирован в диаграмме Гранта.

Так же в данном разделе был рассчитан бюджет проекта, необходимый для его реализации, который включает в себя материальные затраты, затраты на оборудование, основную и дополнительную заработную

плату, отчисления на социальные нужды и накладные расходы. Итоговые расходы составили 523 711,4 рублей.

Так же была составлена матрица ответственности, где обозначены ответственные лица по тому или иному этапу проекта, и реестр рисков проекта, содержащий в себе описание возможных рисков, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта. В частности, получение недостоверных результатов измерений и, как следствие, ошибочных данных и поломка оборудования имеют высокий уровень риска. Однако, в случае наступления этих рисков известны меры по их устранению. Проведение дополнительных консультаций с научным руководителем, калибровка прибора и повышение требований к условию эксперимента позволят минимизировать возможность получения недостоверных данных. А постоянное наблюдение за работой прибора исключит вероятность непредвиденной поломки.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – это ответственность организации за воздействие её 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;
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях [39].

Целью данного раздела является проведение анализа вредных и опасных факторов при проведении исследовательских работ и решение вопросов, касающихся защиты работников от выявленных факторов при проведении производственных работ.

Данная работа включает в себя изучение содержания тяжелых металлов в сточных водах разрабатываемым прибором методом твердофазной спектрофотометрии.

Объектом исследования является сточная вода (еще неизвестно, откуда, но я дополню).

Комплекс исследовательских работ включает в себя два этапа: лабораторный и камеральный, которые выполняются в помещении.

Рабочее место расположено в аудитории №256 на втором этаже здания (8 корпус ТПУ, ул. Усова, 7), имеет естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место в ПВЭМ составляет не менее 4,5 м², а объем – не менее 20 м³.

6.1. Профессиональная социальная безопасность

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

При разработке новых технологических процессов очистки сточных вод, а также при эксплуатации очистных сооружений, все действия должны быть выполнены таким образом, чтобы свести к минимуму воздействие вредных факторов на персонал. Опасные факторы можно классифицировать на физические, химические и биологические факторы.

К физическим относятся довольно широкий спектр опасностей. В частности, из-за массивности и сложности оборудования, применяемого при очистке, есть вероятность нанесения работникам физических повреждений. Источниками этих повреждений могут быть движущиеся части механизмов или предметы, падающие с высоты.

С точки зрения условий работы, то весьма опасны такие факторы, как загазованность воздуха, слишком высокая или слишком низкая температура воздуха, повышенная влажность в помещении, отсутствие движения воздуха в рабочей зоне, опасность электрического замыкания, повышенный уровень шума и вибраций, слабая освещенность помещения, радиационный фон. К главной химической опасности можно отнести проникновение в организм человека токсических веществ. К биологически вредным факторам относится влияние различных микробов.

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

В таблице 6.1.2.1 представлена информация о вредных и опасных факторах, возникающих при проведении работ.

Таблица 6.1.2.1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при полевых работах

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Опасные	Вредные	
Лабораторный и камеральный этапы проведения работ			
Обработка информации на персональном компьютере (построение графиков и схем, обработка базы данных, набор текста и т.д.)	1. Электрический ток; 2. Пожароопасность;	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Монотонный режим работы	СанПиН 2.2.4.548-96 [49] ГОСТ Р 50571.3-94 [40] ГОСТ 12.1.38-82[42] ГОСТ 12.1.004-91 [41] СП 52.13330.2011 [43]
Химический анализ	Наличие паров органических веществ	Химический ожог кислотой	ГОСТ 12.0.003-2015 [47]

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность рассматривается в п.3.

1. *Электрический ток* - это основной опасный фактор при компьютерной работе. Электрические установки, к которым относятся практически оборудования ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма относятся [40]:

- Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
- Соблюдения правил противопожарной безопасности;
- Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

2. Отклонение показателей микроклимата в помещении.

Показателями характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются [49]:

температура воздуха;

- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

Лабораторные и камеральные работы относятся к работам категории Ia. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений при проведении лабораторных и камеральных работ для данной категории сложности установлены в СанПиН 2.2.4.548-96 и представлены в таблицу 6.1.2.2.

Таблица 6.1.2.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [49]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Тёплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание (естественная вентиляция) после каждого часа работы на ПЭВМ [49].

3. *Недостаточная освещенность рабочей зоны.* При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства (табл. 6.1.2.3). Различают следующие виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.

Таблица 6.1.2.3 – Норма освещенности рабочего места [43]

Тип помещения	Нормы освещенности при освещении, лк	
	Комбинированное	Общее
Машинный зал	750	400
Помещение для персонала, осуществ. техническое обслуживание ПЭВМ	750	400

В помещении, где находится рабочее место, есть естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы. Естественное освещение нормируется по «коэффициенту естественной освещенности» (КЕО) или (е) естественного освещения. Коэффициент естественной освещенности, согласно СНиП 23-05-95 [5] вычисляется по формуле (1)

$$KEO=(E/E_0)\times 100\%, \quad (6.1)$$

где, E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк;

E_0 – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Обеспечивается коэффициент естественного освещения не ниже 1,5%.

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

Рабочее место сотрудника должно удовлетворять всем требованиям, согласно регламентирующих тот или иной вид деятельности стандартов. Рабочее место не должно быть подвержено иным вредным воздействиям, не оговоренным в стандартах.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма относятся [40]:

- Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
- Соблюдения правил противопожарной безопасности;

– Своевременное и качественное выполнение работ по проведению плавно-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности помещениях использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить яркость окон могут быть применены занавеси, шторы, жалюзи [43].

6.2. Экологическая безопасность

6.2.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Промышленные сточные воды оказывают прямое воздействие на состояние окружающей среды.

В зависимости от специфики предприятия, состав сточных вод может радикально отличаться. Однако, общие черты тоже можно выявить. В основном, в состав сточных промышленных вод входит большой спектр тяжелых металлов, хлориды, фенолы, масла, а так же взвешенные вещества. И это далеко не весь список компонентов, которые оказывают негативное воздействие на ОС.

Широко известно, что в природе все систематизировано и связано. От состава сточных вод зависит состояние районов, приближенных к участку сброса.

6.2.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

В процессе исследования используются одноразовые материалы, поскольку разрабатывается тест-метод. После использования расходных

материалов, отходы относятся к 4 классу опасности и утилизируются, как бытовые.

2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Промышленные предприятия в процессе эксплуатации потребляют определенное количество чистой воды, а также сбрасывают очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению гидрографической сети и территории района его размещения.

В целях рационального использования и охраны поверхностных вод предприятие должно обеспечить:

- экономное и рациональное использование водных ресурсов;
- наличие лицензии и договора на пользование водным объектом и соблюдение их условий;
- предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод;
- содержание в исправном состоянии очистных, гидротехнических и других водохозяйственных сооружений и технических устройств;
- наличие контрольно-измерительной аппаратуры по определению качества забираемой и сбрасываемой в водный объект воды и соблюдение сроков ее государственной аттестации;
- организацию учета забираемых, используемых и сбрасываемых вод, количества загрязняющих веществ в них, а также систематические наблюдения за водными объектами и их водоохранными зонами;
- соблюдение установленных лимитов забора воды и сброса сточных вод;
- разработку инженерных мероприятий по предотвращению аварийных сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, по обеспечению экологически безопасной эксплуатации водозаборных сооружений и водных объектов;

- соблюдение установленного режима использования водоохраных зон;
- предотвращение попадания продуктов производства и сопутствующих ему загрязняющих веществ на территорию производственной площадки промышленного объекта и непосредственно в водные объекты;
- разработку плана мероприятий на случай возможного экстремального загрязнения водного объекта.

В процессе хозяйственной деятельности запрещается сбрасывать в водные объекты сточные (возвратные) воды [50]:

- содержащие вещества или продукты трансформации веществ в воде, для которых не установлены ПДК или ОДУ, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля, за исключением тех веществ, что содержатся в воде водного объекта;
- которые с учетом их состава и местных условий могут быть направлены в системы оборотного водоснабжения для повторного использования или для других целей;
- оказывающие токсическое действие, по результатам биотестирования, на живые организмы;
- дождевые и талые воды, отводимые с территорий промышленных площадок, не прошедшие очистку до установленных требований;
- в пределах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, округов санитарной охраны курортов, в водные объекты, используемые для лечебных целей, а также в местах массового скопления рыб;
- содержащие возбудителей инфекционных заболеваний, а также содержащие вещества, концентрации которых превышают ПДК и их фоновые значения в водном объекте, если для них не

установлены нормы предельно допустимого сброса (ПДС), указанные в разрешении на сброс сточных вод.

6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Аварии на очистных сооружениях подразделяются на [51]:

- аварии на очистных сооружениях сточных вод с массовым выбросом загрязняющих веществ;
- аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ в атмосферу.

Аварийный залповый сброс сточных вод в водные объекты или на поверхность земли создает угрозу для здоровья человека, окружающей среде и нормальной хозяйственной деятельности. Аварийный сброс может быть связан с авариями на очистных сооружениях, их переполнением, сознательным нелегальным сбросом сточных вод и результатом энергетических аварий (при отключении энергоснабжения очистных сооружений).

Авария на очистных сооружениях, приведшая к их полной остановке и выбросу вредных веществ в атмосферу, может оказать негативное влияние на состояние окружающей среды и отразиться на здоровье жителей ближайших населенных пунктов.

Разрушения и повреждения городской системы канализации могут возникнуть как от непосредственного воздействия избыточного давления ударной волны и волны сжатия в грунте, так и в результате разрушения наземных зданий и сооружений.

Разрушения и повреждения подземных канализационных коммуникаций будут носить такой же характер, как и разрушения водопроводных сетей. Наиболее характерными могут быть нарушения стыков труб и коллекторов с образованием продольных и поперечных

трещин. В большей степени, по сравнению с чугунными и стальными, подвержены разрушениям и повреждениям керамические и бетонные трубы.

При разрушении канализационных труб и коллекторов происходит закупорка и канализационные воды изливаются на поверхность через близлежащие смотровые колодцы или просачиваются через грунт в местах повреждения трубопроводов.

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

Возникновение пожара на рабочем месте – одна из самых разрушительных и часто встречающихся чрезвычайных ситуаций при проведении камеральных работ на ПЭВМ. Очень важно соблюдать меры пожарной безопасности, которые представляют собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, от 02.07.2013 N 185-ФЗ) [45].

Согласно классификации производств по пожарной опасности (ППБ-03) [46], помещение, где происходили лабораторные и камеральные этапы, относится к категории «В». В помещении присутствуют горючие и взрывоопасные жидкости, легко воспламеняемые материалы.

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

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. Это могут быть:

– конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;

- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- План эвакуации людей при пожаре;
- Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;
- Установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

В соответствии с Трудовым Кодексом РФ (от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016)) , в обязанность каждого работодателя входит создание безопасного, отвечающего всем требованиям законодательства, рабочего места для каждого сотрудника. К мерам и требованиям, предпринимаемым в данной сфере можно отнести:

- Обеспечение безопасности и условий труда, соответствующих государственным нормативным требованиям охраны труда;
- Обеспечение работников оборудованием, инструментами, технической документацией и иными средствами, необходимыми для исполнения ими трудовых обязанностей;
- Обеспечение работников равной оплатой за труд равной ценности;

- Обеспечение бытовых нужд работников, связанных с исполнением ими трудовых обязанностей;
- Осуществление обязательного социального страхования работников в порядке, установленном федеральными законами;
- Возмещение вреда, причиненного работникам в связи с исполнением ими трудовых обязанностей, а также компенсация морального вреда в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и пр [48].

Нормативные документы в области обеспечения безопасности на рабочем месте могут иметь как общий, так и специфический характер.

6.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

При организации рабочего места исследователя должны быть соблюдены следующие аспекты [52]:

1. Правильность хранения химических веществ и материалов, содержащих легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и токсичные компоненты. Наличие и ведение документации по учету их получения и выдачи.
2. Укомплектованность рабочих мест технологическими схемами, должностными инструкциями, инструкциями по эксплуатации оборудования и по охране труда, своевременность их пересмотра.
3. Укомплектованность исправными средствами индивидуальной и коллективной защиты.
4. Исправность оборудования, инструмента и приспособлений.
5. Наличие аптечек первой помощи, укомплектованность их медикаментами и медицинскими средствами согласно списку.

6. Проверка соответствия оперативных и мнемонических схем действительным, наличие четких надписей и обозначений в схемах и на оборудовании; отражение на схемах генерирующих установок потребителей.
7. Отсутствие в эксплуатации электрооборудования, конструктивно не соответствующего требованиям безопасности.
8. Состояние микроклимата на рабочих местах, соответствие его параметров нормам.
9. Санитарно-бытовое обеспечение работников.
10. Возможность воспользоваться первой медицинской помощью; наличие средств связи, аптек первой помощи на рабочих местах; обеспеченность моющими средствами и защитными препаратами, веществами и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были выполнены все поставленные задачи.

Разработка тест-методов определения ТМ в водной среде, а в последствие, и прочих ее компонентах, действительно является актуальной задачей современности. Учитывая долговременность выполнения отдельных видов анализов, а так же трудоемкий кропотливый процесс пробоотбора и пробоподготовки, появление легкого компактного мобильного прибора определения ТМ, не предъявляющего особых требований к пробоотбору и пробоподготовке – настоящий прорыв в сфере мониторинга ОС, а так же осуществления производственного контроля на предприятиях.

Для произведения измерений реальных на реальных образцах сорбента, на котором осуществлено концентрирование ТМ, была осуществлена работа по созданию готовых рабочих сорбентов.

Приведенное описание работы прибора легко для восприятия. Соответственно, для работы с ним не требуется высококвалифицированный персонал.

Произведенные измерения модельных и реальных образцов показали, что прибор способен различать незначительные изменения интенсивности окраски пробы, что говорит о его высокой чувствительности.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Возможности использования сорбентов на основе неорганических оксидов для определения ионов металлов в компонентах окружающей среды / К. С. Жукова ; науч. рук. О. А. Антонец // Неразрушающий контроль: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г. : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 3. — [С. 96-100].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

12. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Будников Г.К. // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №5. – С. 23-29.
13. Влияние тяжелых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных / Голованова И.Л. // Биология внутренних вод. – 2008. – №1. – С. 99-108.
14. Алыкова Т.В. Химический мониторинг объектов окружающей среды: Монография. Астрахань: Астрах. гос. пед. ун-та, 2002. – 210 с.
15. Мидоренко Д.А., Краснов В.С. Мониторинг водных ресурсов: Учеб. пособие. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. – 77 с.
16. Возможности использования сорбентов на основе неорганических оксидов для определения ионов металлов в компонентах окружающей среды / К. С. Жукова ; науч. рук. О. А. Антоневиц // Неразрушающий контроль: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г. : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 3. — [С. 96-100].
17. Лосев В.Н., Буйко О.В., Величко Б.А. Сорбционно-атомно-эмиссионное определение цветных и тяжелых металлов с использованием фитосорбентов // Ж. Журнал СФУ. Химия. — 2010. — №3. — С. 73-78.
18. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. — М.: Химия, 1984. — с. 33-34.
19. Сорбционные свойства и природа взаимодействия целлюлозосодержащих полимеров с ионами металлов. / Т.Е.

- Никифорова, Н.А. Багровская, В.А. Козлов, С.А. Лилин // Химия растительного сырья. –2009. – № 1. – С. 5 – 14.
20. Caletka, R. Retention behaviour of some tri- to hexavalent elements on Dowex 1 and polyurethane foam from hydrochloric acid—potassium thiocyanate medium / R. Caletka, R. Hausbeck, V. Krivan // Analytica chimica acta. – 1990. – V. 229. – P. 127 – 138.
21. Мухина А.Н. Концентрирование и определение металлов с использованием сорбентов на основе неорганических оксидов, модифицированных сульфидопроизводными органических реагентов // Красноярск. — 2016. — 149 С.
22. Сухарев С.Н. Сорбционно-атомно-абсорбционное определения тяжелых металлов в природных водах // Химия и технология воды. — 2012. — №4. — С. 320-328.
23. Сорбционно-цветометрическое и тест-определение ртути / В.М. Иванов, Г.А. Кочелаева // ВМУ, Химия. — 2001. — №1. — С. 17-19.
24. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. – М.: Москва. – 2000. –432 с.
25. Отделение ионов марганца (II), железа(III), меди(II) и никеля(II) на сильнокислотных катионах для последующего определения в воде неорганических форм мышьяка методом инверсионной вольтаметрии / Тё А.В., Скворцова Л.Н., Захарова Э.А. // Бутлеровские сообщения. – 2015. – №5.
26. Потенцированные растворы: влияние на сигнал ртути (II) в инверсионной вольтаметрии / Петров С.И., Эпштейн О.И. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – С. 6-9.
27. Кибардин С.А., Макаров К.А. Тонкослойная хроматография в органической химии. – М.: Химия. – 1978. – 128 с.

28. Повышение экологической безопасности продукта утилизации нефтяных шламов / Т.П. Косулина, Е.А. Кононеко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №78.
29. Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнения атмосферы / Н.С. Рогова, Н.А. Рыжакова, А.Л. Борисенко, В.Г. Меркулов // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – №24. – С. 79-83.
30. Анализ загрязнения химическими элементами атмосферного воздуха города Томска / Н.К. Рыжакова, А.Л. Борисенко, Ю.В. Долецкая, Н.С. Рогова // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – №56. – С. 259-263.
31. Атомно-эмиссионный анализ биологических объектов с целью проведения экомониторинга районов Томской области и Горного Алтая. / В.И. Отмахов, Е.В. Петрова. // Известия Томского политехнического Университета. – 2004. – №307. – С. 73-77.
32. Определение примесей лютеция в обогащенных по изотопам препаратам ^{176}Yb . / Е.Е. Поповцев, А.И. Скориков, В.Ф. Мышкин. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – №58. – С. 53-57.
33. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) [Электронный ресурс] / Д. В. Юсупов [и др.] // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ] / Томский политехнический университет (ТПУ) . — 2014 . — Т. 324, № 1 : Науки о Земле . — [С. 184-189] .
34. Исследование накопления тяжелых металлов в продукции льноводства / С.Л. Белопухов, Е.В. Калабашкина, И.И.

Дмитриевская // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – №1. – С. 162-165.

35. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в элементном анализе объектов окружающей среды / В.К. Карандашев, А.Н. Туранов, Т.А. Орлова и др. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – №1, Т. 73. – С. 12-22.
36. О возможности анализа дейтерий-третиевых газовых смесей с помощью времяпролетного масс-спектрометра / Н.Н. Аруев, А.В. Козловский, И.Л. Федичкин, Г.Л. Саксаганский // Письма в ЖТФ. – 1997. – Т. 23, №20. – С. 83-87.
37. Определение Au и цветных металлов в горных породах и рудах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с графитовой кюветой / С.М. Панова, А.Н. Кряжов // Материалы XV Международной научно-практической конференции им. Профессор Л.П. Кулёва. – С. 214-216.
38. Камбалина М.Г. Определение общей концентрации и форм нахождения кремния в природных водах методами атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией и спектрофотометрии // Томск – 2015. – 25 с.
39. Разработка и реализация портативного фотоколориметра для полевого анализа вод, реализующего измерение жидких и твердых образцов / Д. А. Калашникова; науч. рук. А. Г. Кагиров // Ресурсоэффективным технологиям - энергию и энтузиазм молодых Сборник научных трудов V Всероссийской конференции студентов элитного технического образования. 2014. – С 138-142.
40. Экологическая оценка состояния поверхностных вод реки Понура / Г.В. Волошина // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2006. – №1, Т. 2. – С. 118-122.

41. Содержание тяжелых металлов в почвах типичного агроландшафта Орловской области и их накопление в зерне сельскохозяйственных культур / Е.А. Кузнецова // Агрехимия. – 2009. – №8. – С. 60-64.
42. Модифицированный метод сравнения в спектрофотометрическом анализе лекарственных средств / Е.А. Илларионова, И.П. Сыроватский, Т.В. Плетнева // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2003. – №5. – С. 66-70.
43. Твердофазная спектрофотометрия – эффективный метод определения тяжелых металлов в пищевых объектах / Е. Е. Костенко, М. И. Штокало // Журнал аналитической химии. – 2004. – Т. 59, №12. – С. 1276-1282.
44. Твердофазно-спектрофотометрическое определение меди(II) с использованием неокупроина, иммобилизованного в полиметакрилатной матрице // Н.А. Гавриленко, Н.В. Саранчина, М.А. Гавриленко // Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20, №4. – С. 330-336.
45. Твердофазная спектрофотометрия / Брыкина Г. Д., Крысина Л. С., Иванов В. М. // Журн. Аналит. химии. – 1988. – № 9. – С. 1547-1560.
46. Дмитриенко С. Г., Апяри В. В. Пенополиуретаны: сорбционные свойства и применение в химическом анализе. М.: КРАСАНД. 2010. – 210 с.
47. Определение димедрола методами твердофазной спектрофотометрии и цветометрии / Х.А. Мирзаева, М.М. Кимпаева // Научные достижения биологии, химии, физики: сб. ст. по матер. V междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК. – 2012.

48. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы / В.М. Иванов, О.В. Кузнецова // Успехи химии. – 2001. – № 5. – С. 411-427.
49. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Метод. Рекомендации / Н.А. Гаврикова, Л.В. Тухватулина, И.Г. Видяев. – ТПУ., 2014. – 73с.
50. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.
51. ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
52. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
53. ГОСТ 12.1.38-82. Электробезопасность. Предельно допустимое значения напряжений прикосновения и токов.
54. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
55. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Госкомсанэпидназор России, 2003.
56. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
57. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
58. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
59. Федеральный Закон от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Трудовой Кодекс Российской Федерации.
60. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

61. Охрана поверхностных вод от загрязнения [Электронный ресурс] / URL: <http://www.otkhodov.net/ecoguide/guide/chapter3.htm>. Дата обращения: 20.05.2017 г.
62. Характеристика возможных чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / URL: http://www.fireplanexpress.ru/publ/karakteristika_vozmozhnykh_chrezvychajnykh_situacij/1-1-0-20. Дата обращения: 20.05.2017 г.
63. РД 34.03.123-98. Методические рекомендации по организации и проведению обследования состояния охраны труда в подразделениях и в организациях РАО «ЕЭС России» [Электронный ресурс] / URL: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=218. Дата обращения: 20.05.2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке

Студента:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Жукова Ксения Сергеевна		

Консультант кафедры иностранных языков физико-технического института:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ИЯФТ	Данейки на Наталья Викторовна	канд. фил. наук		

Консультант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ЭБЖ	Кагиров Артур Геннадьевич	канд. техн. наук		

INTRODUCTION

Monitoring of condition of environment, and its components separately, is the important direction of nature protection activity. In the conditions of modern functioning of the industry extracting and processing industry, environmental pollution by chemicals, in particular, microelements, plays significant role in formation of ecological situation in any territory.

Ions of metals take to the person place concerning pollution of OS. With industry development, with the increasing needs of the population of the planet for natural resources, intake of chemical elements to the environment increased. There are cases when receipt in OS as a result of technogenesis of large amounts of chemicals and elements pollutants surpassed the natural level of their receipt. Getting to waters or soils, they migrate in various objects of the biosphere, whether it be vegetation or fauna, including the person, and concentrate in them. Collecting, they do harm to organism, preventing to function normally to the whole systems of bodies. In this regard there is important task is reliable definition of ions of metals in components of natural habitat for the purpose of taking a step on elimination of negative environmental impact.

It is especially effectively necessary to consider existence, migration and intake of heavy metals in aquatic environment as at TM water are present not only at ionic form, but also and in the form of connections, soluble and insoluble which accumulate in organisms of aquatic ecosystems, ground deposits, and also migrate together with water in other components of the environment, including land animals and the person.

One of effective methods of detection of HM in water is the method of solid-phase spektrophotometry. Environmental monitoring of maintenance of ions of heavy metals in aquatic environment is urgent task for quality control of waste waters of the enterprises, and also studying of their influence on natural water objects. In work the express and simple technique of definition of number of heavy metals in use will be developed by method of solid-phase spektrophotometry.

1. HEAVY METALS AND THEIR INFLUENCE ON LIVING ORGANISMS

The Heavy Metals (HM) are of special interest themselves for research and various services which are engaged in control and monitoring of components of the environment and ecosystems. It is meant the term "heavy metals" elements of periodic Mendeleev's system, group of metals, whose atomic weight more than 40. Importance of their research is connected with the fact that most of them have biological activity, that is are capable to make impact on normal functioning of living organisms, getting to them, collecting, being transferred about trophic chain, etc. In dependence like connection, the nature of metal and concentration, TM have various physiological effect on human body and animals. One metals are vital (essential), and existence of other (xenobiotics) leads to negative effects, up to death of organism. Distinguish group from metals-toxicants especially hazardous to health of the person and animals. Namely: Cd, Cu, As, Ni, Pb, Hg, Zn, Cr [1].

Complexing properties are capable to show large number of TM. For example, in aquatic environment ions of similar metals are hydrated and capable to form hydroksokompleks. The structure of these complexes depends on acidity of solution, and, in case of stay in this solution of organic compounds or anions, ions of TM are capable to form complexes of various stability and various structure.

Because of man impact, TM components of emissions from motor transport get to the environment, generally by means of functioning of the enterprises of nonferrous and ferrous metallurgy, mechanical engineering, processing industry, and the same as.

I. L. Golovanova in the work [2] described influence of ions of TM on the physicochemical status of fishes and water invertebrates. For example, ions of Cu, Zn, Hg and Cd even in small concentration exert impact. In particular, decrease in immunity, change of behavior, growth rate and activity of digestive enzymes, efficiency of assimilation of food, and also condition of carbohydrate metabolism are noted. Accumulation of Hg renders embriototoxic, teratogenic, and

mutagen effects, causes violations of lipidic, proteinaceous and peptide exchanges. At water backboneless SI, Zn, Hg and Cd also change morphological and physiological parameters.

Long time was believed that only availability of such metals as K, Na, Ca, Mg, Fe which in the sum form nearly 99% of atoms of metals in human body (except for Fe), define normal functioning of organism. As, for example, presence of K and Na, Ca and Mg helps with regulation of processes of osmosis and transfer of nervous signals, and also determines durability of bone skeleton of organism. .molekula of iron are part of hemoglobin, thereby participating in process of transport of oxygen to bodies.

For a long time importance of microelements in maintenance of vital signs of organisms is proved. For example, concerning Mn, Zn, Mo, F, I, Se. As for such elements as Cr, Ni, V, Sn, As, Si, their role is probable. The main difference micro and macrocells - daily requirement in them of organism, in mg/kg.

Also at human body there is large amount of intransitive metals. Such metals contain in trace quantities. For example, antimony, arsenic and lead from typographical paint of books and newspapers, and tin, copper, aluminum and manganese from kitchen ware.

2. ENVIRONMENTAL MONITORING OF AQUATIC ENVIRONMENT AND ITS COMPONENTS

Natural water is solution of complex structure. The composition of natural waters depends on degradation of soils and breeds of condensation, gas absorption, and also life activities of organisms.

Natural waters need to be analyzed as this type of activity is important for the solution of various tasks. For example, for assessment of waters for drinking, technical, medical and other types of use. And also for assessment of waters from the point of view of their use as sources of receiving bromine, iodine and other elements. Besides, analyzing natural waters, it is possible to obtain information on finding of mineral deposits [3].

As environmental monitoring and its components understand the complex observations including also stage of assessment and the forecast.

It is difficult to expect exact composition of waste waters, not only quantitative, but also qualitative. It is difficult to analyze the waters which just passed stage of biological or chemical cleaning as in the course of cleaning new substances can be formed. In this regard it is very important to check previously compliance of the existing methods of definition of components and specifics of specific waste waters.

The important requirement to analysis methods in case of analysis of waste waters - high selectivity as, in case of lack of the above-stated category there are systematic mistakes doing results of the analysis by doubtful.

Very important when working by definition of pollution content in components of the environment to observe correctness of sampling and sample preparation. These are the very first stages on which the result of all researches depends, first of all. At 'volume it is necessary to consider such parameters as sampling time, the characteristic of the studied object and parameters of the surrounding territory. In particular, existence or absence in the neighbourhood of various enterprises.

Different industries and agriculture exert various impact on aquatic environment:

1. Major factor of impact on the hydrosphere **of power engineer** - emission of heat in water objects that involves change of the habitat of fishes and other sensitive living organisms. Certain species of water flora and fauna live under own severe conditions which change leads either to migration, or to death of organisms. As a part of pollutants of waste waters of power complex there can be suspended matters, oil products, chlorides, sulfates, TM and their connections, HS, formaldehyde and other. When washing surfaces of units the diluted solutions HCl, NaOH, NH₃, salts of ammonium, iron and other substances are

formed. In addition, radio nucleons in connection with dumpings of the water cooling nuclear installations come to aquatic environment.

2. With waste waters **of machine-building complex SAW**, chlorides, sulfates, oil products, cyanides, suspended matters, and also connections C, Mo, Cr, P, Zn, Ni Fe, Cu, N, S, organic solvents and catalysts, industrial oils, metal dust and synthetic pitches come to reservoirs.
3. Among all industries the greatest contribution to pollution of reservoirs is made **the chemical and petrochemical industry**. The main pollutants - suspended matters, sulfates, chlorides, oil products, N, NH₃, P, nitrates, nitrites, cyanides Cr, Zn, HS, Mn, Cu, Ni, CS₂, Co, Hg, Pb, Cd, alcohols, benzene, formaldehyde, phenols, surfactant, pesticides.
4. **Agriculture** also significantly influences water balance and water relationships of the area. For example, increase in land runoff reduces effluent runoff and reserves of moisture in the soil. And also water erosion of soils increases. The enormous amount of pesticides is involved in agriculture. Also carry to pollution sources warehouses fuel and lubricants, parking of farm vehicles, warehouses of artificial fertilizers and pesticides, and also small farmyards and farms. STARS get to water objects also due to washout from agricultural territories. Assessment shows that from the surface of fields about 50% of toxic chemicals and fertilizers are washed away. Poultry farms and livestock complexes are especially dangerous as manure cleaning is carried out by means of hydrowashout without waste water treatment there. It is resulted by pollution of reservoirs viruses, pathogenic bacteria, and also helminths. In addition, accumulation of biogenic elements at the expense of drains of farms and fertilizers, happens increase in biological efficiency (eutrophication) of reservoirs [4].

3. DEFINITION METHODS OF HEAVY METALS IN AQUATIC ENVIRONMENT

With development of technologies of methods of the analysis major problems in the field of environmental monitoring were solved. For example, detection of the main sources of pollution of the biosphere, establishment of dynamics of pollution and transformation of pollutants, their transfer and migration. Long-term researches recognized HM as one of the most important subjects of the analysis. Besides their concentration in components of the environment can fluctuate in this connection methods of definition have to provide the solution of objective. There is set of methods for definition of HM in aquatic environment, however, the most effective will be brought below.

The sorption is one of the most effective methods of concoction of elements for the subsequent analysis. Concoction helps to lower detection limit, and also to allocate microcomponents from the large volume of mother substance in the small volume of sorbent, thereby having reduced time expenditure by carrying out the analysis of tests [5].

The essence of sorption method, mainly, consists in distribution of substance between liquid and solid phase. Time of sorbent shall approach under the size of molecules of the occluded substance.

Search and development of inexpensive and at the same time effective sorbents - urgent task and today. Studying and active application of phytosorbents is made. Sawdust or barley peel can form basis for synthesis of sorbents. As a result of processing of plant materials the solutions containing urea, dimethyl formamide and orthophosphoric acid on their surface along with residual aldehydic and carboxyl groups form phosphate and primary amino groups [6]. Extent of phosphorylation depends on extent of keeping of phosphate groups: than their is more, that extent of phosphorylation is more. Smaller extent of phosphorylation characterizes sorbents which in addition contain amino groups. By Losev V.N. [6] showed effective use of these phytosorbents for definition of non-ferrous and heavy metals in natural and technogenic waters.

The most widespread and universal sorbent is active coal. However the fact that active coal has active surface and small amount catalytically of active metals

as impurity does not do it by optimum sorbent. In the course of sorption to use of active coal there can be various catalytic reactions leading to change of original composition of the studied sample. In this regard, the organic and inorganic modified sorbents gain ground [7].

Organic oxides on the basis of cellulose as it is easy to modify cellulose were widely adopted. Respectively it is possible to receive good sorbents on its basis, proceeding from initial characteristics of the occluded substance [8].

Polyurethane foam is actively applied to sorption. They have high sorptive capacity due to existence of cells time, big chemical durability. In addition, polyurethane foam have very wide availability and low cost [9]. P. Gate [9] concoction of number of metals on polyurethane foam in the environment of HCl and HCl-KSCN was investigated, high coefficients of concoction are reached.

On the basis of inorganic matrixes it is possible to carry number of substances to sorbents: active coal, soot, metal oxides and graphite powders, and also aluminosilicates, clays and so forth. These sorbents apply, in most cases, to group extraction of metals. For selective elution it is necessary to modify surfaces of sorbents. The most widespread matrixes for modifying are inorganic metal oxides, such as silicon oxides, aluminum, zirconium or titanium [10].

Mukhina A. N. [10] offers use of the inorganic sorbents modified by sulfidoderivatives of organic reagents. The author defined optimal conditions of sorption concoction of Zn (II), Fe(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), Pb(II), Al(III), Mn(II) and CD (II) in the static and dynamic modes depending on the nature of inorganic oxide, the nature and superficial concentration of reagent, pH solution and duration of sorption. Also results of test definition of metals with use of color scales were presented. However, the method of colorimetric is not optimum as there are people with the broken color perception.

Developments not only optimum sorbents, but also the equipment are in the long term conducted. For example, when test determining it is possible to replace color scale with the device showing result in numerical expression.

Sukharev of C.N. [11] used inorganic sorbents for definition of a number of heavy metals. The technique of sorption and atomic and absorbing definition of heavy metals offered them is characterized by low limits of detection, simplicity of execution and has satisfactory metrological characteristics.

By Ivanov V.M. [12] carried out the analysis of semi-qualitative and qualitative analysis of mercury. Mercury is volatile substance therefore concoction by sorbents from water extract without application of heating is efficiently to receive reliable sample for the subsequent analysis.

However there is set of methods of definition of heavy metals in one environment. Everyone has the advantages and weaknesses. Several examples of various methods, qualitative and quantitative are included below.

3.1. Voltammetry

Voltammetrygramma - polarizing curves on which interpretation this method is based. They are received in electrolytic cell with the polarized indicator electrode and not polarized reference electrode. Voltammetry - qualitative and quantitative method of research of substances.

Today the voltammetry unites high-sensitivity and expressnost and allows to determine the content of organic and neorganichesky matters in various objects

This method, in particular, can compete with atomic absorption spectroscopy for number of elements. One more advantage - opportunity at the same time to find several components (to 4-5), and to receive linear relation of current from concentration in the range of $10^{-8} \sim 10^{-2}$ M [13].

By authors [14] investigated possibility of application of ion exchange technique for separation of ions of Fe (III), Ni(II), Mn (II) and Cu(II) from arsenite - and arsenate ions by means of IC-H Hypersep cartridge (Metrohm, Switzerland) of both KU-2-8 sulfocation exchangers (Russia) and Pirolite C100 (Great Britain). Also they picked up optimal conditions for removal by means of ion exchange of the disturbing water cations when determining various forms of arsenic by method of inversion voltamperometriya. The technique of the analysis developed by

authors is applicable for definition of the inorganic As forms by method of inversion voltamperometriya in drinking water.

Also this method, in addition to, its main objective, it is possible to apply for the purpose of studying of influence of one components of solution on other its components. For example, influence of mercury in succuss solutions [15].

3.2. Thin-layer chromatography (TLC)

Simplicity of the device of the equipment and low limit of detection - here the main advantages of thin-layer chromatography. On the other hand, this method is labor-consuming, analysis duration high and high limit of detection at quantification – the main shortcomings of TLC [13].

In addition to heavy metals, it is possible to define by TLC for the analysis the pesticides, preservatives, antioxidants, organic compounds containing sulfur, and many other things [16], and also to define composition of oil slimes [17].

Alcoholic solution of alizarine is used for detection of inorganic cations (Hg, Pb, Cu, Cd, Al, Ti, Fe, Zn, Wa, Sa, Mn, Co, Ni, Be, Mg, Li, Se, Ag, Bi, Cr, U and ETR), and p-aminobenzoic acid is applied to niacin detecting, and ammonium molybdate serves for identification of phosphorus organic pesticides [13].

3.3. Atomic and issue spectroscopy with inductively connected plasma

The Atomic and Issue Spectroscopy (AIS) - the method based on set of other methods which are based on studying of emission spectrums of free atoms and ions in gas phase. This method possesses very low limit of detection of wide range of elements, however it is very expensive type of the analysis [13]. One more important advantage of this method is opportunity, with small weight of test, express definition of the widest range of elements at the high range of concentration. The NPP is widely applied for control and monitoring of the industrial enterprises, search and processing of various minerals, in medical, biological and ecological investigations, etc.

Is investigated by various scientists [18, 19, 20] condition of free air of territories of Tomsk and the Tomsk region, using this method.

By means of the AIS creation of various techniques of definition of rare earth metals is also possible. Respectively, it can be used for search and investigation of new fields [21].

3.4. Mass-spectrometry

The mass-spectrometry (MS) is the most successful method for many years. Define polluting substances in the soil, water, air, foodstuff by MS, vegetation, ground deposits, etc. It should be noted that in this case, the method has no independent importance. It is effective only in combination with gas chromatography or high pressure liquid chromatography (HPLS).

MS ranges of application:

1. Isotopic analysis in coke chemistry, geology, geochemistry, and also in the nuclear equipment, chemistry, biology and other [22, 24].
2. Element analysis of inorganic matters. The MS allows to carry out the analysis of test locally and layer-by-layer, to receive data on structure and phase structure of solids.
3. The express analysis of gas mixtures for the medical industry chemical and other industries, and also studying of molecular and ionic composition of the atmosphere of various planets by means of the mass spectrometers placed on artificial satellites and rockets [23, 25].
4. Molecular analysis of organic matters.

3.5. Atomic absorption spectroscopy

AAS use for definition alkaline and alkali-earth elements, and also such metals as Cr, Fe, Co, Ni, Mg, Vo, Sr, noble metals, etc.

This method is applied to all components of natural habitat, however most often it is used for the analysis of air samples and water. One of important ranges of application of AAS - definition of metals in waste waters. The method of atomic

absorption is the basis for some standard techniques of definition of heavy metals in natural and waste waters of Russia, for example, of Be, Cd, Hg [13, 27].

By authors [26] investigated technique with use of AAS for definition of gold and non-ferrous metals in rock formation. The developed method, with use graphite ditch, is effective for definition in tests of rock formation and ores of such elements as gold, nickel, lead and cobalt.

3.6. Photocolorimetry

Initially, the colorimetric method of the analysis had very subjective character as had big errors. With development of the photo-electric equipment, replacement of visual estimate of intensity of coloring of solution with objective assessment on attenuation range by means of photocolorimeters and spectrophotometers became possible [13].

Today there are not only stationary, but also portable figurative photocolorimeters allowing to carry out field quick analysis of liquid and firm samples. The device developed by researchers [28] even allows to take measurements taking into account background flare which, as a result will not affect results.

3.7. Spektrophotometry

The spectrophotometric method of research and the analysis of substance is based on measurement of absorption spectrums in optical area of electromagnetic radiation [13].

This method is actively used at research of content of oil products in waters of the rivers [29], the maintenance of TM in soils and food objects [30]. There is modification of method that allows to bring spektrophotometry to new level. For example, to use new opportunities and new comparison standards for the analysis of medicines [31].

3.7.1. Solid-phase spectrophotometry

SPS - the hybrid way of the analysis which combined in itself sorption concoction and the subsequent photometric analysis of sorbent. The way is effective when determining the SI, Pb, Zn, Fe(III), Cd, Hg, Sn(IV) [36]. Today there are methods of photometric definition of above-mentioned elements both in solution, and in phase of the polymeric sorbents modified by various reagents. The SPS method allows to carry out the analysis of various objects, including foodstuff that is especially urgent with development of the food industry [32].

Various ways of modification of technique of definition of these or those substances allow to expand limits of available knowledge, and also to simplify or improve already known ways. For example, there are data on use of the neokuproin immobilized in optically transparent polymethacrylate matrix for definition of copper trivalent [33].

The main advantage of concoction is that it allows to reduce the volume of sample and to lower detection limit due to increase in concentration of the studied substance in small volume. Various combinations of organic and inorganic sorbents and organic reagents create really boundless opportunities for definition of substances [34]. Polyurethane foam, silicon dioxide and active coal are most spread in quality of basis for preparation of sorbents as these materials are chemically steady, public and easy-to-work [5, 10, 35]. Chromatic characteristics of the received sorbates broaden area of research of the processes happening in the analyzed samples [37].