

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)
 Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов
 Отделение школы Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Влияние pH на коллоидные свойства наночастиц оксида цинка в водных суспензиях

УДК 544.77:661.847'02

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Юй Шэн		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент отделения материаловедения	Годымчук. А. Ю	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент отделения материаловедения	Годымчук. А. Ю	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук И.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент отделения материаловедения	Лямина Г.В.	к.х.н.		14.06.22

Результаты обучения по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	Применять основные положения и методы гуманитарных наук при решении социально-общественных и профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-4), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Использовать современное информационное пространство при решении профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Разрабатывать, оформлять и использовать техническую документацию, включая нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ПК-2, ПК-8, ПК-11), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.4, 4.8)
P4	Проводить элементарный экономический анализ ресурсов, технологий и производств при решении профессиональных задач в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.2, 4.3, 4.7, 4.8)
P5	Эффективно работать в коллективе на основе принципов толерантности, использовать устную и письменную коммуникации на родном и иностранном языках в мультикультурной среде	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 3.1, 3.2, 3.3), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Эффективно выполнять трудовые функции по реализации высокотехнологичных производств материалов и изделий	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 6, 7, 11, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.4, 4.4), Критерий 5 АИОР (п. 2.3, п. 2.8), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Проводить комплексную диагностику материалов, процессов и изделий с использованием технических средств измерений, испытательного и производственного оборудования	Требования ФГОС (ПК-5, ПК-10, ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4, 4.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4, 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Готовность к мотивированному саморазвитию, самоорганизации и обучению для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ОК-7), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4), Критерий 5 АИОР (п. 2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Успешно использовать методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, экологически, социально и технически безопасное производство	Требования ФГОС (ОК-8, ОК-9, ПК-12, ОПК-5), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1, 4.3, 4.4, 4.6, 2.4.), Критерий 5 АИОР (п. 2.12), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Использовать принципы производственного менеджмента и управления персоналом в производственной деятельности в области материаловедения и технологии материалов	Требования ФГОС (ПК-19), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки – 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
 Отделение (НОЦ) – Отделение материаловедения

УТВЕРЖДЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Лямина Г.В.
 « ____ » _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Юй Шэн

Тема работы:

Влияние pH на коллоидные свойства наночастиц оксида цинка в водных суспензиях	
Утверждена приказом директора ИШНПТ	№ 32-49 от 01.02.2022г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2022г.
--	--------------

Техническое задание:

Исходные данные к работе	1. Источники литературы: базы данных www.sciencedirect.com , www.elibrary.ru , www.scopus.com , https://link.springer.com 2. Оборудование и лабораторный инвентарь НОИЦ «Наноматериалы и нанотехнологии» отделения материаловедения Томского политехнического университета и кафедры функциональный наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС». 3. Объекты исследования: наночастицы оксида цинка 4. Требования к продукту: зависимости влияния размера наночастиц и pH среды на коллоидные свойства наночастиц ZnO в водных суспензиях.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. сделать обзор литературы по классификации, применению, получению и свойствам наночастиц ZnO; 2. провести дисперсионный анализ наночастиц с помощью просвечивающей электронной микроскопии; 3. определить влияние размера наночастиц и pH среды на коллоидные свойства наночастиц ZnO в водных суспензиях с помощью динамического рассеяния света.
Перечень графического материала	Микрофотографии наночастиц ZnO, кривые распределения частиц по размерам, графики изменения скорости осаждения, размера и заряда наночастиц ZnO в водных растворах глицина с разным pH.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
доцент отделения материаловедения	Годымчук А.Ю.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Юй Шэн		

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Юй Шэн

Школа	ИШНПТ	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение сегментации рынка, выполнение анализа конкурентных технических решений, выполнение SWOT-анализа, определение альтернатив выполнения НИ 2. Расчет бюджета научного исследования 3. Оценка сравнительной эффективности вариантов исследования, выбор оптимального варианта
--	--

Перечень графического материала

1. Карта сегментации рынка
2. Матрица SWOT
3. Календарный план-график проведения НИОКР по теме
4. Таблицы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук И.В.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Юй Шэн		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Юй Шэн

Школа	ИШНПТ	Отделение	отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Тема ВКР:

Влияние pH на коллоидные свойства наночастиц оксида цинка в водных суспензиях	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<p>Объект исследования – суспензий на основе нанопорошков оксида цинка и смеси аминокислот.</p> <p>Рабочая зона – в химической лаборатории размещаются столы для работы с химическими реактивами, химический шкаф, вытяжной шкаф, персональный компьютер, УФ-спектрометр, инфракрасный спектрометр, ультразвуковые ванны, ультразвуковая мешалка, аналитические весы, анализатор частиц Malvern Zeta-sizer.</p> <p>Область применения – экологическая химия, микробиология, для экологических целей.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p><input type="checkbox"/> специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p><input type="checkbox"/> организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации – ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ – ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ – ГОСТ 12.0.003-2015 – ПНД Ф 12.13.1-03 – МР 1.2.0018-11 – ГОСТ 12.1.004-91 – ГОСТ 12.1.007-76 – Федеральный закон 96-ФЗ – ГОСТ 12.1.005-88 – ГОСТ 12.4.034-2017 – ГОСТ Р 56748.1-2015 – СанПин 2.2.2./ 2.4. 1340-03. – МР 1.2.0024— 11 – МР 1.2.0037—11 – ГОСТ 17.1.3.06–82 – ГОСТ 17.1.3.13–86 – ГН 2.1.5.2280-07 – ГН 2.1.7.2041-06
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>– Вредные факторы на рабочем месте: недостаточная освещенность, высокий уровень шума и вибрации, неблагоприятное состояние микроклимата, воздействие вредных химических веществ, широкополосные магнитные поля, создаваемые ПЭВМ; влияние психофизиологических факторов: монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение. В качестве опасных</p>

	<p>факторов на рабочем месте рассмотрены: электробезопасность и пожаровзрывобезопасность, химические и термические ожоги, отравление.</p> <p>– При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани, для защиты рук резиновые перчатки, для защиты органов дыхания следует применять респираторы или противогазы.</p> <p>– Работа с химическими веществами должна максимально проводиться под вытяжным шкафом с включенной приточновытяжной вентиляцией, (согласно методическим рекомендациям ПНД Ф 12.13.1-03)</p>
3. Экологическая безопасность:	<p>Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● необходимость применения санитарно-защитной зоны вследствие выбросов вредных веществ, отходов, облучения; ● выбросы вредных веществ в атмосферу: наночастицы оксида цинка; ● отходы химических веществ утилизировать следующим образом: кислоты нейтрализуют сливают в канализацию, органические вещества собирают и сдают на утилизацию, наноматериалы собирают фильтрацией; ● утилизация ТБО, люминесцентных ламп.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможные ЧС:</p> <p>– При работе в лаборатории наиболее вероятными ЧС являются пожары. Для минимизации риска возникновения пожара следует соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Для предотвращения возгорания предусмотрены следующие средства (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 21-01-97): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, контейнер с песком (в коридоре). Помимо этого помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: тепловой взрыв с выбросом радиоактивных веществ</p>

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2022 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Юй Шэн		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки – 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
 Отделение – Отделение материаловедения
 Уровень образования – Бакалавриат
 Период выполнения – весенний семестры 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела	Максимальный балл раздела
30.03.2022	1. Литературный обзор	20
30.04.2022	2. Экспериментальная часть	20
30.05.2022	3. Обсуждение результатов и оформление работы	35
20.05.2022	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2022	5. Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
доцент отделения материаловедения	Годымчук А.Ю.	к.т.н.		05.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент отделения материаловедения	А.И.Сечинч	к.х.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 66 страниц, 23 рисунка, 29 таблицы, 48 источников.

Ключевые слова: наночастицы ZnO, pH, водная суспензия, распределение частиц по размерам, дзета-потенциал, динамическое рассеяние света.

Объекты исследования: наночастицы ZnO.

Целью выпускной квалификационной работы является продемонстрировать влияние размера частиц и pH среды на коллоидные свойства промышленных НЧ ZnO в водных суспензиях.

В результате исследования с помощью электронной микроскопии и метода динамического рассеяния света показано влияние pH (4...10) на дисперсионные свойства (распределение частиц по размерам, фракционный состав и средний размер) и электрокинетические свойства (дзета-потенциал) наночастиц ZnO в водных суспензиях. Показано, что с увеличением pH размер агрегатов для мелких частиц уменьшается, а крупных – увеличивается. Продемонстрировано, что при pH=4 образуются суспензии с максимальной устойчивостью.

Область применения: суспензии наночастиц ZnO могут быть использованы для иммунологических испытаний и носителей лекарств.

Значимость работы: результаты работы предлагают кислотно-основные условия приготовления стабильной водных суспензий наночастиц ZnO.

В будущем планируется показать влияние природы аминокислоты на коллоидные свойства наночастиц ZnO при разных кислотно-основных условиях.

Обозначения, принятые в работе:

НЧ – наночастицы

ZnO-25 – наночастицы ZnO со средним размером 25 нм

ZnO-135 – наночастицы ZnO со средним размером 135 нм

ZnO-157 – наночастицы ZnO со средним размером 157 нм

ПЭМ – просвечивающая электронная микроскопия

ДРС – Динамическое рассеяние света

d_{cp} – средний размер

A – степень агрегации

□-потенциал – электрокинетический потенциал поверхности частиц

pH_{иЭС} – pH изоэлектрического состояния, поверхность не заряжена.

Содержание	
РЕФЕРАТ	9
ВВЕДЕНИЕ	13
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1. Получение наночастиц ZnO.....	14
1.2. Применение наночастиц ZnO	16
1.3. Дисперсные системы	17
1.4. Агрегация и седиментация наночастиц ZnO в растворах.....	18
1.5. Метод динамического рассеяния света	19
ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	23
2.1. Объекты исследования	23
2.2. Определение морфологии наночастиц	23
2.3. Приготовление суспензий.....	24
2.4. Анализ водных суспензий.....	24
ГЛАВА 3. Результаты и обсуждение	26
3.1. Морфология сухих наночастиц	26
3.2. Распределение частиц по размерам в суспензии	27
3.4. Средний размер и степень агрегации	31
3.5. Заряд поверхности	32
3.6. Выводы.....	33
ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	35
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	35
4.1.1. Анализ конкурентных технических решений	35
4.1.2 SWOT-анализ.....	37
4.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	39
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	39
4.2.3. Бюджет научно-технического исследования.....	42
Zetasizer Nano ZS90 (KDSI, Россия).....	43

4.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	47
4.4. Выводы.....	49
ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	50
5.1. Анализ выявленных вредных факторов.....	50
5.2. Охрана окружающей среды	55
5.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	58
5.4. Выводы.....	59
6. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	60
7. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Наночастицы (НЧ) относятся к частицам с размером от 1 до 100 нм. Исследования показывают, НЧ могут попадать в окружающую среду, потенциально накапливаться и оказывать значительное влияние на живые организмы [1]. Растущий интерес к поведению НЧ в окружающей среде требует более глубокого понимания поведения НЧ при разных кислотно-основных условиях [2].

Несмотря на интерес к коллоидным свойствам НЧ из-за большого разнообразия синтезируемых НЧ, а также методик исследования, имеющихся данных недостаточно для прогнозирования поведения НЧ ZnO в водных средах.

Целью выпускной квалификационной работы являлось продемонстрировать влияние размера частиц и pH среды на коллоидные свойства промышленных НЧ ZnO в водных суспензиях. Для достижения поставленной цели выполнялись следующие задачи:

1. сделать обзор литературы по классификации, применению, получению и свойствам наночастиц ZnO;
2. провести дисперсионный анализ наночастиц с помощью просвечивающей электронной микроскопии;
3. определить влияние размера наночастиц и pH среды на коллоидные свойства наночастиц ZnO в водных суспензиях с помощью методов динамического рассеяния света.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Получение наночастиц ZnO

Наночастицы оксида цинка (ZnO) получают разными методами. Наиболее распространенными являются плазмохимический синтез [3], золь-гель метод [4,5] и гидротермический синтез [6,7].

В плазмохимическом синтезе порошок Zn сжигается в плазменной дуге, содержащей кислород. Пары Zn взаимодействуют в реакторе с O₂, в результате чего инициируется конденсация и перекристаллизация с получением частиц ZnO. Так, были синтезированы наночастицы ZnO на установке высокочастотной индукционной плазмы мощностью 30 кВт [3]. Контролируя условия реакции и регулируя процесс роста кристаллов ZnO, в конечном итоге получают одномерные наностержни ZnO у которых диаметр стержня составил 40...60 нм, а длина – 200 нм (рис.1.1а).

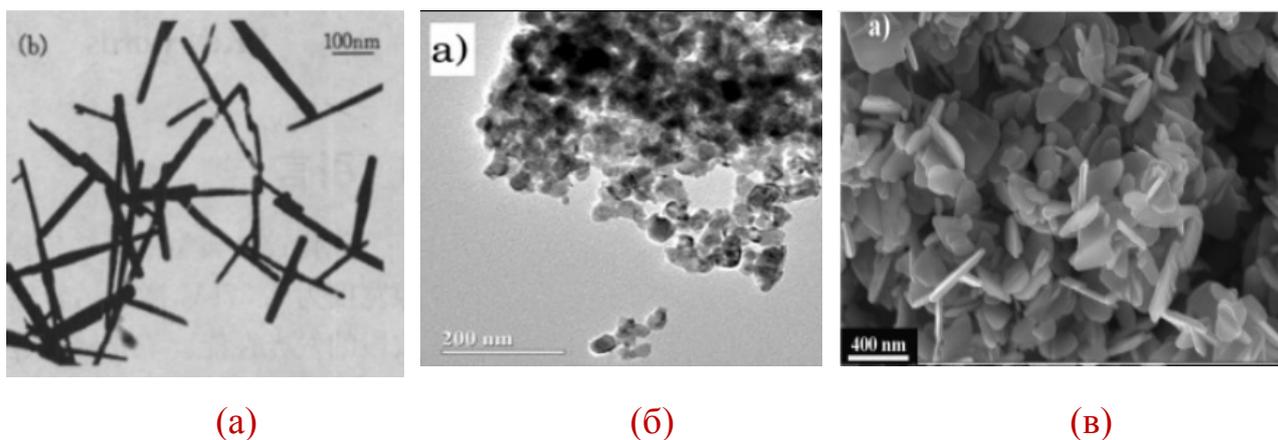


Рисунок 1.1. Морфология синтезированных НЧ ZnO плазмохимическим методом (а) [3], золь-гель методом (б) [4] и гидротермальным методом (в) [6].

Золь-гель метод заключается в том числе наноматериалов, включающий получение золя с последующим переводом его в гель, суть метода в одном предложении золь-гель метода заключается в высокой степени гомогенизации исходных компонентов.

Например, используя ацетат цинка ($Zn(Ac)_2 \cdot 2H_2O$) в качестве сырья, были приготовлены НЧ ZnO с диаметром 30...70 нм с применением

полиэтиленгликоля-400 в качестве пептизатора. Первоначально осаждали гель $Zn(OH)_2$ в растворе аммиака ($NH_3 \cdot H_2O$), с последующим прокаливанием в муфельной печи при $600^\circ C$ течение двух часов [5]. Также были синтезированы НЧ ZnO с диаметром 50...80 нм (рис.1.1б) при использовании $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ в качестве сырья при $pH=2$ путем добавления NH_4OH . Смешанные растворы нагревали при $95^\circ C$ при непрерывном перемешивании в течение 5 ч для получения геля и выдерживали в течение 48 ч. Для удаления воды и органических материалов была проведена термообработка при $150^\circ C$ ($1^\circ C/мин$) в течение 36 ч с последующим нагревом при $350^\circ C$ ($1^\circ C/мин$) в течение 1 ч. Осуществляли окончательный нагрев при $1200^\circ C$ в течение 2 ч [4].

Сущность гидротермального метода получения кристаллов состоит в создании условий за счет высокой температуры, давления и подбора растворителей, позволяющих исходные компоненты системы перевести в растворимое состояние. Этим методом с использованием микроволнового излучения были синтезированы НЧ ZnO с диаметром 20...30 нм (рис.1.1в). В качестве исходных материалов использовались $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, NaOH и деионизированная вода, $pH=13$. Смесь переносили в тефлоновый автоклав, который герметично закрывали, и систему нагревали в гидротермальных условиях с использованием микроволнового излучения (2,45 ГГц, 800 Вт) при $140^\circ C$ в течение 30 минут. Давление внутри автоклава оставалось фиксированным на уровне 3 атм. Полученный продукт центрифугировали, промывали деионизированной водой и сушили при $100^\circ C$ [6].

НЧ ZnO, легированного MnO, с диаметром 10...50 нм были получены также методом гидротермального синтеза: в растворе нитратов осаждали смесь гидроксидов марганца и цинка с последующей обработкой в реакторе с микроволновым излучением (3,8 МПа, 15 мин). Синтезированный продукт фильтровали и сушили [7].

1.2. Применение наночастиц ZnO

НЧ ZnO имеют наиболее широко используются в самых разных отраслях нашей жизни.

В последние несколько лет НЧ ZnO используются в различных экологических, биологических и биомедицинских приложениях, включая антимикробные покрытия, противовоспалительные средства, доставку лекарств и лечение рака [8]. Благодаря своим адсорбционным свойствам НЧ ZnO могут связывать белок и подавлять рост патогенных бактерий [9]. НЧ ZnO с размером 107 нм применяли для лечения лейкемии и раковых клеток [10]. Превосходные биомедицинские свойства НЧ ZnO позволяют их применять для заживления ран, как показано на примере НЧ с размером 21...27 нм [11].

Фунгицидное и антибактериальное действие может быть использовано для очистки сточных вод [12]. Например, НЧ ZnO с размером 40-60 нм были эффективны при удалении золотистый стафилококк из воды [13].

При определенных условиях добавление НЧ ZnO в среду прорастания семян благотворно влияет на процесс прорастания и рост растений, как было показано в экспериментах с грейпфрутом [14] и алоэ вера [15]. Дефицит цинка – одна из основных проблем с питательными микроэлементами, влияющими на растениеводство, поэтому НЧ ZnO могут быть источником незаменимого цинка в удобрениях [16].

В эту новую технологическую эру применение наночастиц ZnO в фотокаталитических системах, солнечных элементах и светоизлучающих устройствах значительно расширилось. ZnO представляет собой полупроводник n-типа, который имеет широкий диапазон привлекательности при температуре окружающей среды, например нетоксичность, широкую запрещенную зону, высокую энергию связи и хорошую химическую стабильность [17]. Так, в работе [18] авторы показали высокую эффективность применения НЧ ZnO в качестве фотокатализатора при разложении частиц.

1.3. Дисперсные системы

Дисперсная система – это система, в которой одно или несколько веществ (дисперсная фаза) диспергированы в другом веществе большего объема (дисперсионная среда) [19]. По размеру дисперсные системы классифицируют как

1. грубо-дисперсные – размер частиц > 100 нм,
2. *коллоидные* – размер частиц $1 \dots 100$ нм,
3. молекулярная дисперсная система – размер частиц < 1 нм.

По агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды выделяют аэрозоли (твердые или жидкие частицы в газе), лиозоли (твердые частицы в жидкости), твердые гетерогенные системы (твердые частицы в твердых частицах) и др. [20]. В нашей работе при попадании НЧ ZnO в воду будут образовываться лиозоли.

Частицы в дисперсной системе имеют очень развитую удельную поверхность, и, соответственно, повышенную поверхностную энергию. В результате этого они имеют тенденцию к слипанию друг с другом – агрегации (коагуляции) [21].

При интенсивном броуновском движении частицам трудно оседать в гравитационном поле, и в результате они характеризуются динамической устойчивостью. С другой стороны, броуновское движение заставляет частицы сталкиваться друг с другом, и, следовательно, слипаться. В результате размер частиц будет увеличиваться, а скорость броуновского движения уменьшаться. Поэтому система может стать кинетической нестабильной системой.

Теория ДЛФО (сокр. от теория Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека) заключается в том, что на поверхности каждой частицы в дисперсной системе образуется двойной электрический слой, который позволяет формироваться мицелле с определенным зарядом, препятствующим или способствующим притяжению (агрегации) частиц в системе [22].

Электрокинетический потенциал (ζ -потенциал) – это потенциал, возникающий на границе скольжения фаз при их относительном перемещении в электрическом поле. [23].

Если ζ -потенциал равен нулю (поверхность электронейтральна), то рН, при котором сняты измерения, называют рН изоэлектрического состояния поверхности ($\text{pH}_{\text{ИЭП}}$).

1.4. Агрегация и седиментация наночастиц ZnO в растворах

Литературный обзор показал, что коллоидные свойства НЧ сильно зависят от рН, изменений проводимости раствора, размера и формы частиц, а также плотности поверхностного заряда.

Например, показано, что при увеличении размера частиц ZnO от 30 до 100 нм агрегация в кислых и щелочных растворах усиливается, а скорость осаждения увеличивается [24]. В другой работе показано, что при изменении рН в нейтральный раствор скорость седиментации НЧ с размером 40 нм замедляется [25].

Рассмотрим более подробно эксперименты с НЧ ZnO с размером 30 нм в растворах аминокислот [26]. Авторы готовили суспензии (200 мг/л) в растворе аминокислоты, обрабатывали ультразвуком (500 Вт) в течение 30 минут, доводили рН кислотнo-основным титрованием перед измерением размера частиц и ζ -потенциала методом динамического рассеяния света. Осаждение оценивали по изменению коэффициента поглощения (A) с помощью спектрофотометрии при 363 нм в течение 6 ч, а отношение A/A_0 (A_0 – исходное поглощение) использовали в качестве показателя агрегационной и седиментационной активности. Продемонстрировано, что при низком рН ζ -потенциал НЧ ZnO положительный, при высоком рН ζ -потенциал становится отрицательным. Чем ближе рН к точке нулевого заряда (заряд на поверхности равен нулю), тем больше размер частиц, тем ниже стабильность и тем легче они оседают. При рН=5 НЧ осаждаются быстрее всего, а при рН=7,5 и рН=11 суспензии стабильны. Точка нулевого заряда наночастиц ZnO в этом исследовании составляет около

$pH_{изп}=9,2$ [27]. При $pH=9,5$ размер агрегатов составлял 1163 нм (-5 мВ), что больше, чем при $pH=7$ (391 нм, +22 мВ) и при $pH=11$ (919 нм, -26 мВ).

Было показано, что для НЧ SeO_2 изоэлектрическое состояние наблюдается при двух pH – ~ 6 и ~ 7 , и максимальное диспергирование наблюдается при $pH < 4$ или $pH > 10$. При этом значении pH в диапазоне 2...4 и 10...11 ζ -потенциал больше, что приводит к электростатическому отталкиванию [28].

При исследовании осаждения НЧ Fe фотометрическим методом показано, что добавление в суспензию наночастиц TiO_2 (1% и 2,5%) скорость седиментации магнитных частиц сохраняется высокой, но стабильность системы значительно увеличивается [29].

1.5. Метод динамического рассеяния света

Метод динамического рассеяния света (ДРС, фотонная корреляционная спектроскопия и квазиупругое рассеяние света) применяется для измерения размеров наночастиц. Данный метод позволяет определить коэффициент диффузии дисперсных частиц в жидкости путем анализа корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного света. Далее, из коэффициента диффузии рассчитывается радиус наночастиц [30].

В основе метода ДРС лежат следующие положения:

□ Броуновское движение дисперсных частиц или макромолекул в жидкости приводит к флуктуациям локальной концентрации частиц. Результатом этого являются локальные неоднородности показателя преломления и соответственно – флуктуации интенсивности рассеянного света при прохождении лазерного луча через такую среду.

□ Коэффициент диффузии частиц обратно пропорционален характерному времени релаксации флуктуаций интенсивности рассеянного света. Это характерное время, в свою очередь, есть время затухания экспоненциальной временной корреляционной функции рассеянного света, которая измеряется с помощью цифрового коррелятора.

□ Размер частиц (гидродинамический радиус) рассчитывается по формуле Стокса-Эйнштейна, которая связывает размер частиц с их коэффициентом диффузии и вязкостью жидкости [30].

Метод ДРС используется также для измерения скоростей потоков жидкостей и газов. В частности, данная конфигурация метода ДРС используется для измерения электрофоретической подвижности НЧ, откуда рассчитывается их □ потенциал.

В качестве примера рассмотрим диффузию монодисперсных НЧ, диспергированных в жидкости. Хаотическое броуновское движение дисперсных частиц приводит к микроскопическим флуктуациям их локальной концентрации и соответствующим локальным неоднородностям показателя преломления среды. При прохождении лазерного луча через такую среду часть света будет рассеяна на этих неоднородностях (рис.1.2). Флуктуации интенсивности рассеянного света будут соответствовать флуктуациям локальной концентрации дисперсных частиц. Информация о коэффициенте диффузии частиц содержится в зависящей от времени корреляционной функции флуктуаций интенсивности.

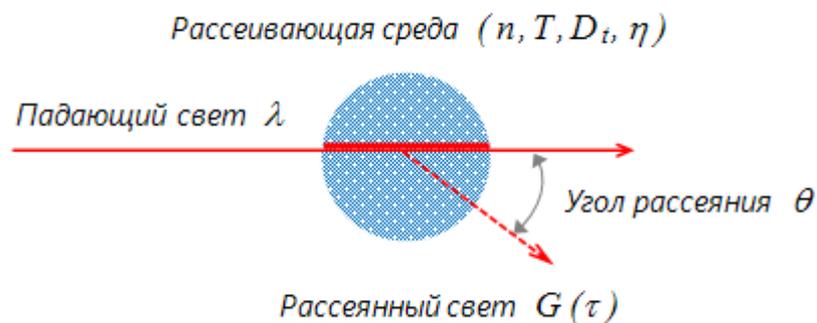


Рисунок 1.2. Схема процесса рассеяния света [30].

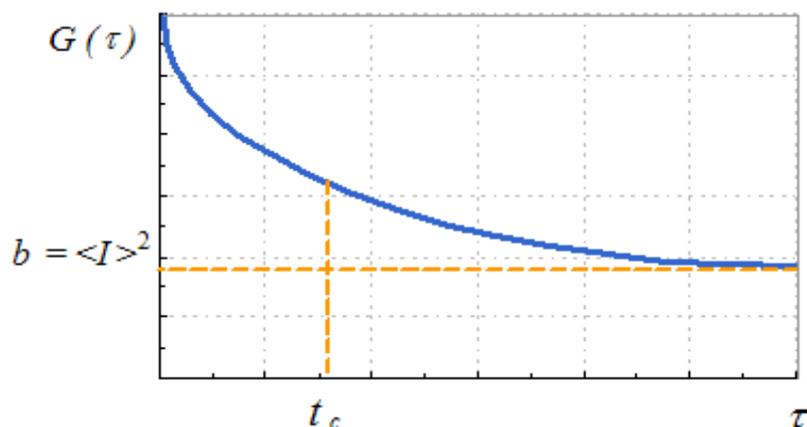


Рисунок 1.3. Схема процесса рассеяния света [30].

Автокорреляционная функция рассеянного света представлена на рисунке 1.3. Для сферических не взаимодействующих между собой частиц размер их может быть рассчитан с использованием формулы Стокса-Эйнштейна:

$$D = k_B T / 6\pi\eta R \quad (1.1)$$

где k_B – константа Больцмана, T – абсолютная температура и η – сдвиговая вязкость среды, в которой взвешены частицы радиуса R [31].

Из формулы (1.1) понятно, что с помощью ДРС можно решать задачи измерения вязкости жидкости. Для случая рассеяния света на дисперсных частицах известного размера, измеренное характерное время флуктуаций позволяет рассчитать вязкость жидкости. Причем в данном случае можно говорить о микрореологической вязкости, которая, в принципе, может отличаться от вязкости, измеренной на макроскопических масштабах.

Проблема аппроксимации экспериментальных данных проста для рассмотренного случая рассеяния света монодисперсными сферическими частицами. Для полидисперсных образцов интерпретация экспериментальных данных усложняется. Для реально достижимой точности измерений могут быть получены только два-три параметра одномодального полидисперсного распределения: средний размер частиц, ширина и асимметрия распределения. Для многомодальных полидисперсных систем можно говорить о средних размерах частиц каждой компоненты и относительном вкладе каждой компоненты в интенсивность рассеяния. Важно отметить, что два близких размера частиц полидисперсной системы будут разрешаться в виде отдельных компонент только, если их размеры отличаются друг от друга не менее, чем в 2-3 раза.

ДРС используется для определения размера белков, полимеров, мицелл, сахаров и наночастиц. Если система является монодисперсной, можно получить средний эффективный диаметр частиц. Это измерение зависит от ядра частицы, структуры поверхности, концентрации частицы и разновидностей ионов в среде. метод ДРС также можно использовать для исследований стабильности. Измеряя

распределение частиц по размерам в разное время, он может показать тенденцию частиц к агломерации с течением времени. По мере агломерации мелких частиц появляется больше частиц с большим размером частиц. Аналогичным образом, ДРС также можно использовать для анализа влияния температуры на стабильность. Измерения проводили с помощью лазерного анализатора частиц Malvern на приборе Zetasizer Nano (Malvern, США) при 25 оС (гелий-неоновый лазер, 4 мВт, 633 нм). Для измерения размеров частиц использовали прямоугольную кювету из полистирола с крышкой. При проведении анализа результатом измерения являлись кривые количественного распределения частиц по размерам, по которым рассчитывали средний размер частиц по формуле:

$$d_{\text{ср}} = \sum d \cdot \frac{q(\%)}{100} \quad (1.2),$$

где $d_{\text{ср}}$ – средний размер частиц в дисперсии, q – дифференциальный процент частиц с размером d в дисперсии.

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель данного раздела ВКР заключается в оценке перспективности разработки и планировании финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы: будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Целью выпускной квалификационной работы является изучение влияние рН на агрегацию наночастиц ZnO₂ в водных суспензиях.

Целью данного раздела ВКР является оценка перспективности разработки и планировании финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы: будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его

цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает решение следующих задач:

- оценить коммерческий потенциал разработки;
- составить план научно-исследовательской работы;
- рассчитать бюджет научно-исследовательской работы;
- определить ресурсную, финансовую, бюджетную эффективность исследования.

В таблице 4 представлено сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 4 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности пользователей	0,06	5	3	3	0,2	0,12	0,12
2. Энергоэффективность	0,13	5	4	2	0,65	0,52	0,26
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,09	4	1	5	0,2	0,05	0,25
4. Помехоустойчивость	0,1	5	2	3	0,4	0,16	0,24
5. Потребность в ресурсах памяти	0,07	5	5	5	0,15	0,15	0,15
6. Простота эксплуатации	0,08	5	2	2	0,3	0,12	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Уровень проникновения на рынок	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Финансирование научной разработки	0,05	4	5	3	0,12	0,15	0,09
3. Послепродажное обслуживание	0,1	5	5	3	0,4	0,4	0,24
4. Наличие сертификации разработки	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
5. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	5	0,15	0,12	0,15
6. Срок выхода на рынок	0,07	5	5	5	0,15	0,15	0,15
Итого	1	4,86	3,62	3,67	0,34	0,25	0,23

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что предлагаемое в данной ВКР решение обладает конкурентоспособностью.

Разработанная технология очень конкурентоспособна. Цена на разработанный метод значительно ниже, чем у конкурентов, и сопоставима с европейскими аналогами. При использовании этой технологии производительность пользователя может быть улучшена. Основным преимуществом данной технологии является обеспечение качества и сохранности груза на всем пути следования, скорости доставки и современных технологий транспортировки и хранения подвески.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта проведен SWOT-анализ, где детально продуманы сильные и слабые стороны научно-технической разработки. На втором этапе проведения SWOT-анализа составлены интерактивные матрицы проекта, в которых осуществлено выполнение анализа соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.1–4.5.

Таблица 4.1 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

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

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	+	-	-	-

Результаты выполнения SWOT-анализа представлены в таблице 6.

Таблица 4.5 – Результаты SWOT-анализа

<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>C1. Низкая стоимость исходного сырья</p> <p>C2. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции</p> <p>C3. Взаимосвязи ТПУ с потенциальными заказчиками</p> <p>C4. Экологичность технологии</p> <p>C5. Квалифицированный персонал</p>		<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Невысокие объемы производства</p> <p>Сл3. Риск нарушения правил безопасности и возникновения различных непредвиденных ситуаций</p> <p>Сл4. Вероятность получения брака</p> <p>Сл5. Большой срок поставок материала, используемого при проведении научного исследования</p>	
<p>Возможности</p> <p>V1. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ</p> <p>V2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>V3. Внедрение технологии в производство</p> <p>V4. Участие в грантах</p> <p>V5. Выход на зарубежные рынки</p>	<p>Направления развития</p> <p>V2C2. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции позволит расширить спрос</p> <p>V3C2C4. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции и экологичность технологии являются основанием для внедрения технологии в производство</p> <p>V4C2C4. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции и экологичность технологии позволит участвовать в грантах</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>V1Cл4. Новейшее оборудование позволит на ранних стадиях исследование выявить и предотвратить появление брака</p>	

	В5С1С2. Низкая стоимость исходного сырья и высокий уровень физико-механических свойств продукции является хорошим основанием для выхода на зарубежные рынки	
Угрозы У1. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок У2. Разработка новых технологий конкурентами и снижение цен	Угрозы развития У1С1С2. Более ускоренные темпы разработки и производства и поиск технологического решения для ускорения технологического процесса	Уязвимости: У2Сл2. Разработка новых технологий для увеличения объема производства У1Сл4. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения брака

Результаты проведенного SWOT-анализа учтены в процессе дальнейшей разработки структуры работ, которые необходимо выполнить в научно-исследовательском проекте.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ предполагало определение структуры работ по проведению научного исследования, определение участников каждого вида работ, установление продолжительности работ, построение графика проведения исследований. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по выполнению НТР представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	инженер
	4	Выбор методов исследования	инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	инженер, научный руководитель
	6	Проведение эксперимента	инженер

Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов НИР	инженер
	8	Корректировка расчетов	научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Оценка эффективности результатов	инженер
	10	Составление пояснительной записки	инженер
	11	Подготовка к защите темы	инженер

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Определение трудоемкости выполнения научного исследования проведено экспертным путем в человеко-днях. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.1)$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни; t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни; t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из рассчитанной ожидаемой трудоемкости работ, была определена продолжительность каждого этапа работы (в рабочих днях T_p), учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, а также возможность выполнения нескольких видов работ в один временной промежуток. Далее с помощью формулы 2 рассчитана продолжительность одной работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожид}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1,1		2		2,1		2,4	2,9
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1,1	1,1	2	2	2,3	1,46	1,46	2
3. Обзор научной литературы		8		10		8,8	8,8	13
4. Выбор методов исследования		8		10		8,8	8,8	13
5. Планирование эксперимента		21		22		21,4	21,4	32
6. Проведение эксперимента		7		12		9	9	14
7. Анализ полученных результатов НИР		3		5		3,8	3,8	6
8. Корректировка расчетов		5		8		6,2	6,2	9
9. Оценка эффективности результатов		7		10		8,2	8,2	12
10. Составление пояснительной записки		7		10		8,2	8,2	12
11. Подготовка к защите темы		8		10		8,8	8,8	13
Итого	2,2	75,1	4	99		84,66	84,66	126

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – студент-инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1 Исп2	2,9	////											
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	2		////										
3	Обзор научной литературы	Исп2	13												
4	Выбор методов исследования	Исп2	13												
5	Планирование эксперимента	Исп2	32												
6	Проведение эксперимента	Исп2	14												
7	Анализ полученных результатов НИР	Исп2	6												
8	Корректировка расчетов	Исп1 Исп1	9												
9	Оценка эффективности результатов	Исп1 Исп2	12												
10	Составление пояснительной записки	Исп2	12												
11	Подготовка к защите темы	Исп2	13												

Примечание: //// –Исп 1 (научный руководитель), ——— –Исп 2 (инженер)

4.2.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Затраты на получение образца наночастиц ZnO

Наименование статей	Кол-во/1 изд	Цена, руб./г	Итого затраты, руб.
Нанопорошок ZnO	5,0г	150	750
Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72, л	1	200	200
Маски	1	15	15
Мыло туалетное ГОСТ 28546- 2002 ГОСТ 790-89	1	37	37
Перчатки резиновые, технические ГОСТ 20010-93, пар	1	12	12
Итого:			1024 руб

Расчет амортизации специального оборудования

Расчет амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов (табл. 4.10).

Таблица 4.10– Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	pH-метра ST3100-F (OHAUS, Америка)	1	10	60	60
2	Zetasizer Nano ZS90 (KDSI, Россия)	1	10	500	500
3	Ультразвуковая ванна ГРАД 28-35 (Grade Technology, Россия, 55 Вт)	1	10	35	35
4	Весы ALC-110d4 Acculab, Россия, точность $\pm 0,0001$	1	10	50	50
5	Аквадистиллятор ДЭ-4 ТЗМОИ, Тюмень Медико, Россия	1	10	45	45
Итого:					680 тыс. руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.2)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.3)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для осциллографа, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1. \quad (4.4)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Спектрофотометр:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,1 \times 60000}{12} \times 4 = 20000 \text{ руб} \quad (4.5)$$

Лазерный анализатор:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,1 \times 5000000}{12} \times 4 = 166666 \text{ руб.} \quad (4.6)$$

Ультразвуковая ванна:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,1 \times 35000}{12} \times 4 = 1166 \text{ руб.} \quad (4.7)$$

Весы:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,1 \times 50000}{12} \times 4 = 16666 \text{ руб.} \quad (4.8)$$

Аквадистиллятор:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times m = \frac{0,1 \times 45000}{12} \times 4 = 1500 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 20000 + 166666 + 1166 + 16666 + 1500 = 205998 \text{ руб}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.10)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (табл. 4.7).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M=10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d)k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d)k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (4.14)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.11 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		

- праздничные дни		
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.12 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_{р}, раб. дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	9	19325,7
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	120	219630,6
Итого:								238956,3

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{бон} = K_{бон} \times Z_{осн} = 0,15 \times 19325,7 = 2898,9 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{бон} = K_{бон} \times Z_{осн} = 0,15 \times 219630,6 = 32944,59 \text{ руб.}$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} (Z_{осн} + Z_{бон}) = 0,3 \times (19325,7 + 2898,9) = 6667,38.$$

Для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} (Z_{осн} + Z_{бон}) = 0,3 \times (219630,6 + 32944,59) = 76642,2$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг

связи. $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Дисперсионные и седиментационные свойства наночастиц в гидрозоле» по форме, приведенной в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
205998	1024	238956,3	35843,45	82439,92	564261,67	112852,33	677069

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегрального показателя ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НТР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (табл.4.14).

Таблица 4.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НТР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1. Ремонтпригодность	0,1	3/0,3	4/0,4	5/0,5
2. Стабильность работы	0,1	3/0,3	4/0,4	4/0,4
3. Долговечность	0,15	3/0,45	3/0,45	5/0,75
4. Безопасность при использовании установки	0,20	5/1	5/1	5/1
5. Помехоустойчивость	0,15	3/0,15	4/0,6	4/0,6
6. Потребность в ресурсах памяти	0,15	4/0,6	3/0,45	4/0,6
7. Простота эксплуатации	0,15	5/0,75	4/0,6	5/0,75
ИТОГО	1	26/3,55	27/3,9	32/4,6

$$I_{p-вар1} = 3,55; I_{p-вар2} = 3,9; I_{p-вар3} = 4,6.$$

На основании полученных интегрального финансового показателя и интегрального показателя ресурсоэффективности был рассчитан интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{варі}$) по формуле:

$$I_{варі} = \frac{I_{p-варі}}{I_{финр}}. \quad (4.15)$$

$$I_{вар1} = \frac{3,55}{1} = 3,55, I_{вар2} = \frac{3,9}{0,99} = 3,93, I_{вар3} = \frac{4,6}{0,92} = 5.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НТР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
1	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,55	3,9	4,6
2	Интегральный показатель эффективности	3,55	3,93	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Вар.1/Вар.2 = 0,91 Вар. 1/Вар. 3 = 0,77	Вар. 2/Вар. 1 = 1,08 Вар. 2/Вар. 3 = 0,84	Вар. 3/Вар. 1 = 1,3 Вар. 3/Вар. 2 = 1,2

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 3 (данная разработка), т. к. показатель его сравнительной эффективности по отношению к каждому из сравниваемых вариантов больше 1.

4.4. Выводы

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НТР как наиболее предпочтительного и рационального по сравнению с остальными.

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работы – 126 дней; общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер, – 120; общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель, – 9;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 677069 руб;

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

1) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,6, по сравнению с 3,55 и 3,9;

2) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5, по сравнению с 3,55 и 3,93, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научная деятельность осуществляется в лаборатории кафедры нанотехнологий и наноматериалов Томского Политехнического университета. Лаборатория находится на втором этаже корпуса номер 15 ТПУ. Общая площадь помещения лаборатории составляет 12 м² с размерами 3х4х3. Пол покрыт ламинатом, на стенах находится кафель, потолок побелен водоэмульсионкой, которая не содержит токсинов, представляющих угрозу для здоровья и жизни человека. В лаборатории есть 2 окна, через которое пропускается естественное освещение. А также используется искусственное освещение, в качестве двух ламп на потолке лаборатории.

В лаборатории находится следующее оборудование: рабочий стол с компьютером; анализатор частиц Zetasizer Nano (Malvern, США); магнитная мешалка MR Hei-Tec (Heidolph) Instruments GmbH & Co, Германия); 1 вытяжной шкаф; 2 шкафа для хранения лабораторной посуды; 1 шкаф для хранения химикатов; 2 рабочих стола; 1 раковина

В ходе исследований была разработана метод ведения работ в лаборатории. Навески веществ и наночастиц брали на аналитических весах GR-202 (A&D Co Ltd., Japan, ±0.0001 g).

Значение pH контролировали с помощью pH-метра pH-150MI (Измерительная техника, Россия). Для перемешивания и титрования растворов и суспензий применяли магнитную мешалку MR Hei-Tec (Heidolph Instruments GmbH & Co, Германия) с частотой 300 мм на циклы магнитного компонента в минуту. Все растворы и суспензии готовили и хранили при 25±2°C. Измерения проводили с помощью анализатора частиц Zetasizer Nano (Malvern, США) при 25°C для получения распределения частиц по размерам

5.1. Анализ выявленных вредных факторов

Вредностью являются факторы, негативно влияющие на здоровье и жизнь человека в процессе ведения какой-либо деятельности в условиях производства. При соблюдении норм безопасности при работе сотрудников в производстве или

лаборатории происходит повышение эффективности труда, повышение выполнения показателей трудовой деятельности и увеличение прибыли [35].

Существует три вредных фактора производственного риска [36], которые могут привести к ухудшению состояния здоровья, увеличению заболеваемости, различным травмам и снижению работоспособности работников: биологические; физические; химические.

При выполнении эксперимента в лаборатории, в основном попадают в рабочую зону вредные примеси (нанопорошок ZnO и пары азотной кислот и каустика). Для контроля вредных примесей, необходимо соблюдать предельно допустимые концентрации ПДК, описанные в ГОСТе 12.1.005-88 [37]. Данные по контролю ПДК попадающих вредных веществ в лаборатории описаны в таблице 5.1.

Оксид цинка имеет большое применение в промышленности и поэтому создается масса лабораторий по производству данного типа нанопорошка. Каждый день при работе с нанопорошком операторы сталкиваются с прямым попаданием наночастиц в организм.

Наночастицы ZnO приводят к целому спектру ответов тканей в организме. Попадание наночастиц может привести к летальному исходу, генерации активных форм кислорода, а также к воспалительным процессам внутренних органов [38]. Если частицы вдохнуть, при естественном процессе диффузии они могут попасть во все отделы дыхательной системы человека.

Таблица 5.1 – Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны по ГОСТу 12.1.005-88 [37]

Название вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
ZnO	10	A*	4	Ф*
Азотная кислота	2	A	3	-
Гидроксид натрия	0,5	A	2	-
А-аэрозоль				

Как все мы знаем, чем меньше размер частиц (10 нм), тем легче попасть в потенциально чувствительные системы, такие как лимфатические узлы, сердце и костный мозг. В случае нарушения правил безопасности при использовании нанопорошков наночастицы попадут в желудочно-кишечный тракт. Наиболее распространенный тип приема наночастиц через кожу. В частности, необходимо тщательно закрыть поврежденные участки кожи и изгибы. В качестве средств индивидуальной защиты необходимо использовать одноразовые перчатки для защиты рук, которые следует заменять каждые 3 часа. Для защиты органов дыхания и других систем следует использовать RPDS (Research Program in Development Studies) общего назначения и защищенные от пыли. Фильтр может очищать вдыхаемый воздух от наночастиц и других вредных примесей. Концентрация этих примесей не превышает максимально допустимую концентрацию. (ПДК) ГОСТ Р 12.4.233-2012 [39] и ГОСТ 17269-71 [40].

Наночастицы, попадающие в воздух во время работы, склонны к агломерации. После агрегации наночастиц их размер увеличится, и они могут попасть на кожу, одежду и оборудование. Чтобы наночастицы не попали на кожу и одежду, вы должны носить пижаму или одежду, специально предназначенную для лабораторного использования.

Микроклимат производственной среды. Микроклимат производственной среды включает влажность воздуха, оптимальную температуру и интенсивность теплового излучения. Все факторы микроклимата оказывают большое влияние на персонал, его здоровье и работоспособность. Поэтому, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [37] (Таблица 2), необходимо соблюдать оптимальный и допустимый микроклимат студии. Работа лабораторного персонала классифицируется как легкая промышленность Ib.

Таблица 5.2 – Требования к микроклимату лаборатории согласно ГОСТу 12.1.005-88 [37]

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	22 - 24	40 - 60	0,1
Холодный	21 - 23	40 - 60	0,1

Помещение и его размеры (площадь, объем) должны сначала соответствовать количеству рабочих и оборудованию, находящемуся в нем.

Чтобы обеспечить нормальные условия труда, гигиенический стандарт SanPiN 2.2.1 / 2.1.1.1031-01 [41] предусматривает, что каждый рабочий должен занимать площадь пола 4,5 м² и объем воздуха 20 м³.

Помещение лаборатории имеет следующие параметры: длина помещения – 4 м; ширина – 3 м; высота – 3 м. Согласно этим параметрам площадь помещения составляет 12 м², а объем $V = 36$ м³. В лаборатории 2 сотрудника. Это означает, что у каждого есть рабочая площадь 6 м² и объем воздуха 18 м³. Познакомьтесь со стандартами здоровья.

Анализ выявленных опасных факторов. Опасность механического повреждения. Риск получения травмы в случае контакта предметов или их частей с людьми. В этой лаборатории ни один объект не представляет механической опасности. Высокотемпературные объекты, кипящие жидкости могут вызвать тепловые опасности, приводящие к термическим ожогам. В этой лаборатории никакие объекты не представляют термическую опасность.

Электробезопасность – это система организационных и технических мер, которая означает защиту людей от вредного воздействия тока, дуг, электромагнитных полей и статического электричества.

Чаще всего встречаются электротравмы. Прикосновение к проводам, которые находятся под напряжением. Причинами данного типа травм являются: неисправность приборов и электропроводки; неосторожность, неопытность работника; присутствие детей в лаборатории, их неопытность и недисциплинированность; повреждение изоляции провода.

Открытая металлическая поверхность и токовая оболочка повреждены из-за изоляции. В каждом из электроустановок должно иметься средство защиты –

заземление. Поэтому в лаборатории все электрические приборы с металлическими корпусами строго установлены на полу. Пол лаборатории покрыт непроводящим токоматериалом, а деревянный материал -ламинатом.

Пожаро-взрывобезопасность класса В2. Опасность взрыва считается металлическим нанопорошком. Поскольку они имеют очень большую удельную поверхность в нанометровом состоянии, это делает их взрывоопасными. Однако при производстве нанопорошков никеля поверхность частиц пассивируется (покрывается оксидной пленкой), что предотвращает самовозгорание порошка при контакте с воздухом.

Основными средствами пожаротушения являются огнетушители. Лаборатория оснащена 5-литровым ручным порошковым огнетушителем ОП. В лаборатории работники должны включить вентиляционное оборудование. Для обеспечения безопасности следует использовать газоанализатор для проверки помещения на наличие вредных смесей и газов в воздухе.

Анализ показателей шума. Источником шума на месте является в основном звук, вызванный производственной деятельностью экспериментального оборудования. Воздействие шума на людей зависит от воздействия на органы слухового аппарата.

Помимо негативного воздействия на органы слуха, шум также наносит вред другим органам и тканям организма. Особенно для разрушение центральной нервной системы. В течение долгого времени в шумной обстановке у людей будут неврологические нарушения слуха, сопровождающиеся раздражительностью, потерей памяти, апатией, плохим настроением, изменениями чувствительности кожи и другими заболеваниями, особенно медленным психическим ответом и нарушением сна.

ГОСТ 12.1.003-83 устанавливает уровень звукового давления и эквивалентные уровни звука на рабочем месте компаний-производителей в диапазоне частот 31,5-8000 зависит от тяжести и интенсивности труда уровень звука герц и эквивалентный уровень звука на рабочем месте производственное оборудование -80дБА. Непрерывный шум > 85дБА. Согласно нормативным

документам СН 2.2.4 / 2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83, вызывая непрерывный рост порога слуха, профессиональные заболевания (глухота, потеря слуха) для увеличения крови стресс, чтобы уменьшить скорость реакции и внимание.

Основной метод снижения шума:

- уменьшение источника шума;
- использование устройства для изоляции источника шума;
- носить противошумные наушники.

5.2. Охрана окружающей среды

Лаборатория находится на территории Томского политехнического университета корпуса номер 15. На расстоянии 300 м от корпуса, в котором находится лаборатория, расположен корпус ТПУ номер 10 и на расстоянии 500 метров размещены ближайшие жилые дома.

При попадании наночастиц в воздух они образуют стабильные золи, поэтому во избежание этого необходимо устанавливать специальные фильтры для очистки воздуха по ГОСТу Р51251-99 [42]. Используйте грубые фильтры (5-10 мкм) и фильтры тонкой очистки (0,3-5 мкм).

Двери с высокой степенью герметизации были установлены в лаборатории для предотвращения попадания наночастиц в лабораторию. Рабочая одежда размещается в специально отведенных шкафах.

Используемые в лаборатории реагенты и нано-порошки не превышали максимально допустимую концентрацию в воздухе.

После эксперимента отходы образовались и должны быть выброшены в специально отведенные контейнеры или мешки. Когда наночастицы попадают в канализацию, они могут оказывать вредное воздействие на микроорганизмы (крупные блохи), пресноводных организмов и млекопитающих, которые являются важной частью жизненной цепи. В Европе и США были проведены исследования для изучения влияния наночастиц ZnO₂ на поверхностные воды в концентрации 0,275 мг / л. Автор этой работы собрал данные об экотоксичности из 44 научных публикаций и определил концентрацию ZnO₂, которая отрицательно влияет на живые организмы, но для живых организмов средняя

смертельная концентрация ZnO₂ является нестабильной, и в большинстве случаев летальная концентрация ниже заданного значения.

После приема внутрь наночастицы имеют более длительный период разложения и удаления. Прием внутрь или удаление наночастиц может длиться десятилетиями. Многие металлические частицы вступают в реакцию с микроэлементами в почве и образуют вредные для организма вещества. [43].

Наблюдается замедленный рост растений [44].

Для контроля попадания предельно допустимых концентраций наночастиц в литосферу, существует нормативный документ ГН 2.1.7.2014-06 [45].

5.3.1 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация, это сочетание опасных событий или событий, которые угрожают безопасности.

1) Внешние технические продукты, вода, стихийные бедствия, данные о сбое питания и т. д.;

2) Внутренняя техническая сложность, недостаточная квалификация персонала, структурные дефекты, физический и моральный износ оборудования, снижение трудовой и технической дисциплины и т. д.

Наиболее вероятная техническая авария в лаборатории - пожар

В лаборатории наиболее вероятно возникновение технической аварийной ситуации (ЧС). Если в лаборатории возникает чрезвычайная ситуация, необходимо принять следующие меры:

1) Необходимо использовать защитные средства для эвакуации персонала приюта;

2) обеспечить людей средствами индивидуальной защиты;

3) Организовать медицинскую помощь пострадавшим.

Анализ электробезопасности. Наибольшую опасность при эксплуатации электрооборудования, а также при проведении ремонтных и профилактических работ представляет электрический удар, вызванный токоведущими частями и соединениями с токоведущими частями оборудования.

В соответствии с условиями поражения электрическим током, опасность поражения электрическим током отсутствует. Лаборатория относится к категории повышенной опасности.

Причина поражения электрическим током должна быть устранена.

Меры, принятые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) Под руководством всего персонала, который начинает использовать электрооборудование на рабочем месте, они могут работать самостоятельно только после проверки знаний техники безопасности;

б) постоянно контролировать качество и ремонтпригодность защитных устройств и заземления, и использовать только защитные устройства для ремонта и регулировки существующих электрических устройств;

в) Эксплуатация электроустановок включает в себя введение необходимых технических документов, гарантирующих невозможность прикосновения к токоведущим частям, а также заземление оборудования и электрооборудования.

Анализ пожарной безопасности. Лаборатория, занимающаяся этой работой, относится к категории пожароопасности категории В2. Для тушения пожара лаборатория должна принять следующие меры: -огнетушители жидкие ОХП-10, ОВП-10, рабочее расстояние 6-8 м; - спользовать песок для обесточивания горящих проводов на горизонтальной поверхности; - щит из асбеста используется для тушения пожара. Жидкость, проволока, горящая одежда. При тушении напряжением существует риск поражения электрическим током, поэтому в зданиях, где должен быть потушен пожар, необходимо отключить питание.

При работе в лаборатории не производится обработка (включая транспортировку и хранение) веществ, которые образуют взрывоопасную атмосферу. Соблюдая все меры предосторожности, можно избежать несчастных случаев и травм. Для предотвращения пожара или взрыва необходимо: - уменьшить вероятность возникновения искр и чрезмерного перегрева, вызванного легковоспламеняющимися веществами, -произвести постоянный и эффективный воздухообмен (режим вентиляции). Обучение технике

безопасности является одним из средств обеспечения безопасности труда. Брифинг включает в себя обучение работников технике безопасности и методам работы. План побега показан на рисунке. 5.2.

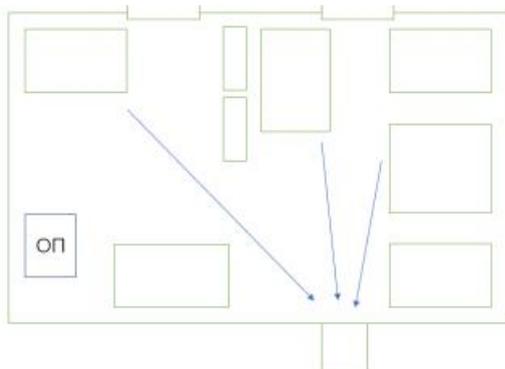


Рисунок 5.2. – план эвакуации из химической лаборатории (УЖФ): ОП –огнетушитель переносной;

5.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Промышленные нанопорошки все чаще используются в различных отраслях промышленности. Поэтому для обеспечения безопасности при использовании наноматериалов во всем мире быстро внедряются нормативные рамки

По постановлению от 23.07.2007 № 54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы», где использование наноматериалов носит негативное воздействие на организм человека и окружающую среду.

В настоящее время на основе исследований, производства и утилизации наноматериалов в Российской Федерации создается большое количество нормативных проектов. Были сформированы мероприятия по оценке токсикологии и гигиенической безопасности наноматериалов [46]. Был определен состав наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека: [47]. Была также разработана биомедицинская оценка безопасности наноматериалов и разработаны процедуры отбора проб для выявления, идентификации и характеристики воздействия наноматериалов на организмы [48]

5.4. Выводы

После проведения научной деятельности мы должны обращать внимание на вредные факторы, такие как шум, вредные вещества и огонь, которые могут угрожать физическому и психическому здоровью людей, загрязнять окружающую среду и даже вызывать серьезные потери имущества. Мы должны быть полностью готовы предотвратить следующее:

1. Для микроклимата мы должны контролировать влажность, температуру и скорость воздуха в помещении.

2. Для шума, мы должны заранее подготовить звукоизоляционные инструменты.

3. При возникновении пожара противопожарное оборудование должно быть подготовлено без эвакуационных препятствий, а персонал должен регулярно обучаться навыкам пожарной безопасности.

4. В целях экологической безопасности с вредными веществами следует обращаться надлежащим образом, чтобы предотвратить загрязнение и сэкономить энергию

6. СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Юй Ш. Влияние рН на агрегацию наночастиц ZnO // I Международной научно-практической конференции “Научная инициатива иностранных студентов”, 27-29 апреля 2021 г., г.Томск: Изд-во ТПУ, 2021. - В печати

2. Юй Ш. Осаждение наночастиц в растворе глицина // II Международной научно-практической конференции “Научная инициатива иностранных студентов”, 26-28 апреля 2022 г., г.Томск: Изд-во ТПУ, 2022. - В печати

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Turan N.B., Erkan H.S., Engin G.O., Bilgili M.S. Nanoparticles in the aquatic environment: Usage, properties, transformation and toxicity – A review // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2019. – Vol.130. – P.238-249.
- 2 Dwivedi A.D., Dubey S.P., Varma R.S. Fate of engineered nanoparticles: implications in the environment // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2015. – Vol.287. – P.64-78
- 3 Hu P., Yuan F.L. Vapor phase synthesis of one-dimensional nano ZnO using high frequency and atmospheric pressure thermal plasma // *Material Guide*. – 2008. – Vol.22. – P.45-48.
- 4 Chen H.J., Li M.W., Liu C.M. Preparation of nano Zinc Oxide by sol gel method // *Journal of Chongqing University*. – 2018. – Vol.29. – P.37-40.
- 5 Guerra Y., Farias B.V.M. Effects of temperature and atomic disorder on the magnetic phase transitions in ZnO nanoparticles obtained by sol–gel method // *Materials Letters*. – 2018. – Vol.233. – P.146-148
- 6 Matsui K.N., Paskocimas C.A. Study of the photocatalysis and increase of antimicrobial properties of Fe³⁺ and Pb²⁺ co-doped ZnO nanoparticles obtained by microwave-assisted hydrothermal method // *Materials Science in Semiconductor Processing*. – 2019. – Vol.93. – P.123-133.
- 7 Hadzic B., Romcevi N. Raman study of surface optical phonons in hydrothermally obtained ZnO(Mn) nanoparticles // *Optical Materials*. – 2016. – Vol.58. – P.317-322
- 8 Julia G., Abraham J., Mathew K. Applications of phytogenic ZnO nanoparticles: A review on recent advancements // *Journal of Molecular Liquids*. – 2021. – Vol.331. – P.115-128.
- 9 Vijayalakshmi V., Senthil T.S., Sivakumar N. One-step green synthesis of ZnO nanoparticles using *Opuntia humifusa* fruit extract and their antibacterial activities // *Materials Today: Proceedings*. – 2021. – Vol.45. – P.409-414
- 10 Pawar S.J., Abhishek N. Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles to optimize drug loading and release profile for drug delivery applications // *Materials Today: Proceedings*. – 2020. – Vol.26. – P.2625-2628
- 11 Rekha N.D., Surendra B.S., Mahadeva S.M. Bio-mediated synthesis of ZnO nanoparticles using *Lantana Camara* flower extract: Its characterizations, photocatalytic, electrochemical and anti-inflammatory applications // *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*. – 2021. – Vol.15. – P.442-452
- 12 Baraa Y.H., Ahmed M.M. Green synthesis of ZnO nanoparticles in grape extract: Their application as anti-cancer and anti-bacterial // *Materials today: Proceedings*. – 2021. – Vol.45. – P.729-738
- 13 Suresh, J., Pradheesh, G., Alexramani, V. Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticle using insulin plant (*Costus pictus* D. Don) and investigation of its antimicrobial as well as anticancer activities // *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*. – 2018. – Vol.09. – P.8-15

-
- 14 Ali M., Wang X.K., Haroon U. Antifungal activity of Zinc nitrate derived nano ZnO fungicide synthesized from *Trachyspermum ammi* to control fruit rot disease of grapefruit // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2022. – Vol.233. – P.311-319
- 15 Garvasis J., Shamsheera K.O., Basheer S.M. Applications of phytogenic ZnO nanoparticles: A review on recent advancements // *Journal of Molecular Liquids*. – 2021. – Vol.331. – P.805-822
- 16 Saraswathi U., Shahid M., Marimuthu G. Green synthesis of ZnO nanoparticles for antimicrobial and vegetative growth applications: A novel approach for advancing efficient high quality health care to human wellbeing // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2021. – Vol.28. – P.1808-1815
- 17 Yin Y.C., Steven L. Facile green synthesis of ZnO nanoparticles using natural-based materials: Properties, mechanism, surface modification and application // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2021. – Vol.9. – P.417-444.
- 18 Anil K., Navdeep G., Rajender S. A time saving ZnO nanoparticle fabrication approach for bulk photocatalytic applications // *Materials Today: Proceedings*. – 2021. – Vol.45. – P.360-364.
- 19 Grossea C., Delgado A.V. Dielectric dispersion in aqueous colloidal systems // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2010. – Vol.15. – P.145-159
- 20 Arkhipov V.A., Usanina A.S. Motion of dispersed phase particles in a carrying medium // Ministry of Education and Science of the Russian Federation. – 2014. – Vol.2. – P.6-69
- 21 Maximova N., Dahl O. Environmental implications of aggregation phenomena: Current understanding // *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. – 2006. – Vol.4. – P. 246-266
- 22 Ninham B.W. On progress in forces since the DLVO theory // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 1999.– Vol.83. – P. 1–17
- 23 Mikheeva E.V., Pikula N.P., Electrophoresis // *Physical and Analytical Chemistry CTF Determination of Electromotive Force*. – 2009.– Vol.1. – P. 75–91
- 24 Zhang R.C., Zhang H.B., Tu C. Effects of pH, ionic strength and electrolyte types on aggregation and dissolution of nano-ZnO// *Environmental Chemistry*. – 2014. – Vol.33. – P.1821-1827.
- 25 Anand K., Siby V. Role of surfactants on the stability of nano zinc oxide dispersions // *Particulate Science and Technology*. – 2015. Vol.35. – P.13-17.
- 26 Molina R., Al-Salama Y, Jurkschat K. Potential environmental influence of amino acids on the behavior of ZnO nanoparticles // *Chemosphere*. – 2011. – Vol.83. – P.545-551.
- 27 Zhang Y., Chen Y. S., Westerhoff P. Stability of commercial metal oxide nanoparticles in water // *Water Research*.– 2008. – Vol.42. – P.2204-2212.
- 28 Song X. L., Yang Z. H., Qu P. Dispersion behavior of nanometer CeO₂ in aqueous medium // *Rare Metals*.– 2005. – Vol.29. – P.83-89.
- 29 Jiang W.Q., Zhu Y.R., Chen Z.Y. Optical characterization of sedimentation stability of magnetic particle concentrated suspension system // *Chemical Physics Newspaper*.– 2001. – Vol. 05. – P.601-606.
- 30 Сайт компании ООО «Фотокор». Динамическое рассеяние света. Теория. Электронный ресурс: <https://www.photocor.ru/theory/dynamic-light-scattering>

-
- 31 Hadzic B., Romcevi N. Raman study of surface optical phonons in hydrothermally obtained ZnO(Mn) nanoparticles // *Optical Materials*. – 2016. – Vol.58. – P.317-322
- 32 Сайт компании NanoAmor. Электронный ресурс: <https://www.nanoamor.com/> .
- 33 Сайт компании Plasmotherm Электронный ресурс: <https://plasmotherm.ru/>
- 34 Сайт компании Plasmotherm Электронный ресурс: <http://www.empils.ru/>
- 35 Агошков А. И., Трегубенко А. Ю., Вершкова Т. И. Медико- биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие // Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ). – Москва. – 2015. – 157 с.
- 36 ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. –М.: ИПК Издательство стандартов. – 2004. – 2 с.
- 37 ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ. – 2008. – 48 с.
- 38 Vladimir V. C., Artur Y. P., Vladimir A. M. Nanosafety vs. nanotoxicology: adequate animal models for testing in vivo toxicity of nanoparticles // *Toxicology*. – 2021. – Vol.462. – P.152-168.
- 39 ГОСТ Р 12.4.233-2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины, определения и обозначения. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 15 с.
- 40 ГОСТ 17269-71. Респираторы, фильтрующие газопылезащитные РУ- 60м и РУ-60му. Технические условия. – М.: Стандартинформ. – 2005. – 11с.
- 41 Сан П. 2.2.1/2.1.1.1031-01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2001. – 10.
- 42 ГОСТ Р 51251-99. Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка. – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2002. – 6 с.
- 43 Comparative ecotoxicity of the nano Ag, TiO₂ AND ZnO TO aquatic species assemblages // *Applied Ecology and Environmental Research*. – 2014. – 13(2). – 325- 338.
- 44 Анциферова И. В. Источники поступления наночастиц и их влияние на окружающую среду и человека // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. – 2012. – № 7. – С. 5-10.
- 45 Ruffini C. M., Giorgetti L. The effects of nano-TiO₂ on seed germination, development and mitosis of root tip cells of *Vicia narbonensis* L. and *Zea mays* L // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2010. – 10. – P. 24-30.
- 46 ГОСТ 12.4.009-83. ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 2001. – 4 с.
- 47 МУ 1.2.2520-09. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов. –М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2009. – 35 с.
- 48 МР 1.2.2522-09. Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. – М.: Федеральной

службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. –2009. – 4 с.