

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Использование гидрогелей на основе природных полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов

УДК: 544.773.432:620.193

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Лю Тинтин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Г.В. Лямина	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	И.В. Кашук	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	А.И. Сечин	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель специализации «Наноструктурные материалы»	Г.В. Лямина	К.Х.Н.		14.06.22

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях
ОПК(У)-3	Готов применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
ОПК(У)-5	Способен применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов
ПК(У)-2	Способен осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау
ПК(У)-3	Готов использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК(У)-5	Готов выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации
ПК(У)-6	Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
ПК(У)-7	Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
ПК(У)-8	Готов исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами
ПК(У)-9	Готов участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов
ДПК(У)-2	Готов реализовывать технологии производства объемных наноматериалов и изделий на их основе, включая технологии получения и предварительной подготовки сырья

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель специализации

_____ Г.В. Лямина
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Лю Тинтин

Тема работы:

Использование гидрогелей на основе природных полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов

Утверждена приказом директора ИШНПТ Приказ № 32-49/с от 01.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы: 10.06.22

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработать устойчивые на воздухе полимерные гели на основе хитозана и наночастиц серебра для применения в качестве теста на коррозионную устойчивость металлов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1.Выполнить анализ научных публикаций, посвященных синтезу и исследованию хитозана. 2.Подобрать основной состав компонентов полимерного геля, прозрачного, устойчивого на воздухе на основе хитозана. 3.Изучить влияние времени выдержки на изменение массы полимерных растворов хитозана различных составов. 4.На основе материала, обладающего большей устойчивостью на воздухе и прозрачностью, получить гель с наночастицами серебра 5.Опробовать применение полимерных пленок в качестве индикаторов коррозии сталей.
Перечень графического материала	нет
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	И.В. Кащук, к.т.н, доцент, Доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	А.И. Сечин, д.т.н., Профессор ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке: все разделы	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Г.В. Лямина	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Лю Тинтин		

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
 Уровень образования – Бакалавриат
 Период выполнения – Весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10 июня 2022 г.
--	-----------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.04.22	Литературный обзор	10
28.05.22	Экспериментальная часть	40
01.06.22	Обсуждение результатов эксперимента	20
05.06.22	Оформление ВКР	20
10.06.22	Подготовка презентации и доклада	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Г.В. Лямина	К.Х.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель специализации

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель специализации «Наноструктурные материалы»	Г.В. Лямина	К.Х.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Лю Тинтин

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2.Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3.Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4.Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

- 1.Оценка конкурентоспособности ИП
- 2.Матрица SWOT
- 3.Диаграмма Ганта
- 4.Бюджет НИ
- 5.Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	И.В. Кашук	к.х.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Лю Тинтин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154Б82	Лю Тинтин

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Тема ВКР:

Использование гидрогелей на основе природных полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: гидрогелей на основе природных полимеров. Область применения: для профилактической и поддерживающей терапии Рабочая зона: лаборатория ТПУ (ауд. 211 15 корпуса). Размеры помещения (климатическая зона*): 8 м x 5 м x 3,2 м. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: ультразвуковая ванна, сушильный шкаф Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Настройте гель, наблюдайте и записывайте изменения веса и объема.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Специальные: должностная инструкция работника. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019). ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979). ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные производственные факторы: шум на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные производственные факторы: электрический ток. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: противошумные наушники, вентиляция, кондиционирование воздуха, перчатки, респираторы.
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на селитебную зону: Нет. Воздействие на литосферу: обработка затвердевших гелей Воздействие на гидросферу: смывание остаточного геля. Воздействие на атмосферу: Испарение используемого продукта.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар, взрыв, выброс отравляющих веществ, вызывающих загрязнение атмосферы. Наиболее типичная ЧС: пожар в лаборатории.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б82	Лю Тинтин		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 66 страниц, 16 рисунков, 34 таблицы, 35 источников.

Тема: Использование гидрогелей на основе природных полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов.

Цель работы: разработать устойчивые на воздухе полимерные гели на основе хитозана и наночастиц серебра для применения в качестве теста на коррозионную устойчивость металлов.

Актуальность: создание тест-методов оценки коррозионной устойчивости, работающих в полевых условиях in-situ позволяет вовремя идентифицировать коррозию и устранить нарушения.

Область применения: оценка коррозионной стойкости металлов

Ключевые слова: гидрогели, хитозан, полимер, наночастицы серебра, полимерные сетки, бронза, сталь.

Объекты исследования: гидрогели на основе хитозана, бронза, сталь Ст 3.

В процессе исследования получены гидрогели на основе хитозана, наночастиц серебра и различных добавок (полиэтиленгликоль, лимонная кислота, глицерин). Показано, что лимонная кислота и глицерин позволяют получать прозрачные матрицы без фазового расслоения. На основании данных гравиметрии и ИК-спектроскопии установлено, что лимонная кислота обеспечивает сшивающий эффект на уровне ковалентных связей; глицерин дает сшивающий эффект на уровне межмолекулярных взаимодействий.

В результате исследования показано, что гели окрашиваются в зеленый цвет при коррозии бронзы; при введении наночастиц серебра в матрицу геля окраска становится желто-зеленой.

Экономическая значимость работы: возможность обнаружения коррозии металлических объектов на ранней стадии.

В будущем планируется разработать состав геля для оценки коррозии сталей имеющий более интенсивную окраску.

Содержание

Введение	10
1. Литературный обзор.....	11
1.1 Общие сведения о гелях.....	11
1.2 Методы получения полимерных гелей.....	11
1.3 Применение гидрогелей на основе хитозана []	17
1.4 Методы исследования полимерных гелей	20
1.4.1 Метод светорассеяния	20
1.4.2 Инфракрасная спектроскопия	20
2. Экспериментальная часть	23
2.1 Приборы и материалы.....	23
2.2 Приготовление хитозанового геля.....	23
2.3 Оптическая микроскопия.....	24
2.4 Оценка коррозионную стойкость металлов и сплавов	25
2.5 Исследование полимерных пленок методом ИК-спектроскопии.....	25
3. Результаты и обсуждение	26
3.1 Изучение процесса образования пленок	26
3.2 ИК-спектроскопия гелей.....	27
3.3 Изучение процессов на границе раздела металл – гель на основе хитозана	29
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	33
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	33
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	33
4.1.2 SWOT-анализ	35
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	37
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	37
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	38
4.3 Бюджет научно-технического исследования	41
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	41
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	41
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	43
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	44
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	44
4.3.6 Накладные расходы	45

4.3.7 Бюджетная стоимость НИР	45
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	46
4.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности	46
4.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности	47
4.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки	47
5. Социальная ответственность	50
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	50
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	51
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя....	51
5.2 Производственная безопасность	51
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	52
5.3 Экологическая безопасность	58
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	59
Выводы	63
Список используемых источников	64

Введение

Разработка экспресс методов анализа, в том числе в полевых условиях актуальная задача. Особый интерес представляют методы оценки коррозионной устойчивости в полевых условиях.

В нашей работе мы предлагаем использовать полимерные гелевые пленки, как тест системы. Основная идея заключается в том, что в гель, за счет свободного объема можно вводить индикаторы, наночастицы и другие компоненты, которые могут давать цветную реакцию при контакте с ионами металлов. В свою очередь гель легко можно прикрепить к поверхности любой формы и размера, что позволяет его использовать для различных изделий. Необходимо подобрать природу и содержание компонентов полимерной матрицы так, чтобы в «критический момент» гель стал менять цвет.

На первом этапе необходимо подобрать основной состав компонентов полимерного геля, прозрачного, устойчивого на воздухе. В данной работе для этих целей предлагается использовать хитозан.

Хитозан – это биологическая клетчатка, получаемая из хитина, который входит в состав панцирей ракообразных. По своим свойствам вещество схоже с человеческим фибрином – волокнистым нерастворимым белком, образующимся в процессе свертывания крови. Он выполняет множество физиологических функций, таких как биоразлагаемость, биосовместимость, нетоксичность, антибактериальное действие, противораковое действие, снижение липидов и повышение иммунитета.

Цель работы: разработать устойчивые на воздухе полимерные гели на основе хитозана и наночастиц серебра для применения в качестве теста на коррозионную устойчивость металлов.

Задачи:

1. Выполнить анализ научных публикаций, посвященных синтезу и исследованию хитозана.
2. Подобрать основной состав компонентов полимерного геля, прозрачного, устойчивого на воздухе на основе хитозана.
3. Изучить влияние времени выдержки на изменение массы полимерных растворов хитозана различных составов.
4. На основе материала, обладающего большей устойчивостью на воздухе и прозрачностью, получить гель с наночастицами серебра
5. Опробовать применение полимерных пленок в качестве индикаторов коррозии сталей.

1. Литературный обзор

1.1 Общие сведения о гелях

Гель – (от лат. Gelo – застываю или gelatus - замороженный, неподвижный). Частицы дисперсионной фазы соединяются между собой в рыхлую пространственную решетку, которая соединяет в своих ячейках дисперсионную среду, мешая текучести системы в целом.

Гели разделяют на неорганические и полимерные в зависимости от того, какое вещество образует каркас.

Гели разделяют на органогели и гидрогели, в зависимости от типа жидкой фазы.

Гели разделяют на гели с химической сшивкой и физической. В гелях с химической сшивкой связи между макромолекулами образованы посредством ковалентных связей. В гелях с физической сшивкой связи между макромолекулами образованы посредством межмолекулярных взаимодействий (водородные связи, вандерваальсовы взаимодействия)

Химические сшивки в гелях первого типа не обязательны. Гели такого типа могут образовываться в системах, где в качестве сшивок выступают локальные области закристаллизованного полимера, либо устойчивые зацепления макромолекул.

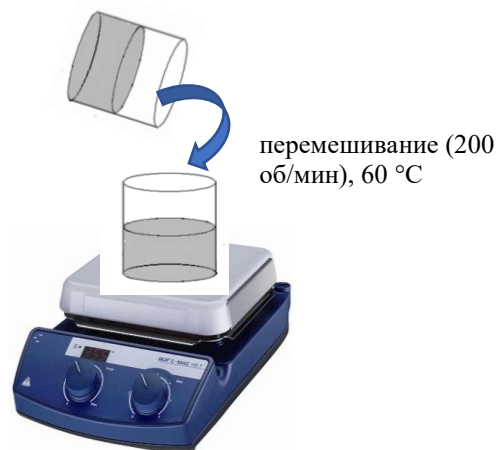
1.2 Методы получения полимерных гелей

В работе [1] авторы получали хитозановые микросферы (рисунок 1). Раствор хитозана готовили в 2% уксусной кислоте при 40-50°C (шаг 1). Добавляли водную фазу к раствору полиглицерина полирицинолеата в парафиновом масле при перемешивании со скоростью 200 об/мин на магнитной мешалке и нагревании до 60°C (шаг 2). Полученную эмульсию гомогенизировали на лабораторном гомогенизаторе при 1500 об/мин (шаг 3) в течение 5 минут. Далее переливали эмульсию в химический стакан и перемешивали на магнитной мешалке при 200 об/мин и 60°C в течение 1 часа (шаг 4). Затем к эмульсии по каплям добавляли водный раствор лимонной кислоты в качестве сшивающего агента и смесь перемешивали в течение 5,5 часов при нагревании (шаг 5). Полученную систему выдерживали до разделения на два слоя - гомогенную суспензию и избыток дисперсионной среды, масло декантировали, микросферы промывали гексаном в течение 10 минут 4-6 раз при центрифугировании (6000 об/мин) и сушили при комнатной температуры (шаг 6). Отделенные микросферы промывали 3 раза 50 мл дихлорметана в чашке Петри, а затем сушили в печи при 60°C в течение 1 часа (шаг 7).

- 1 Раствор хитозана в 2%-й уксусной кислоте



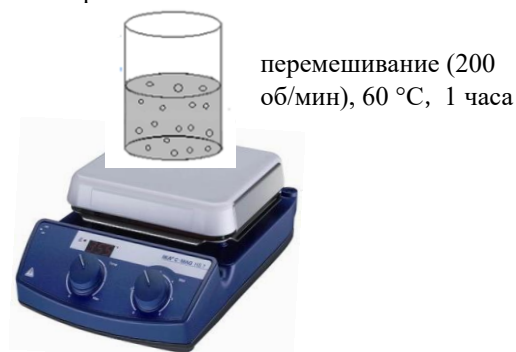
- 2 полиглицерил полирицинолеат в парафиновом масле



- 3 гомогенизировали в течение 5 мин на лабораторном гомогенизаторе



- 4 эмульсию переносили в стакан и перемешивали на магнитной мешалке



- 5 эмульсию переносили в стакан и перемешивали на магнитной мешалке



- 6 микросферы промывали гексаном при центрифугировании в течение 10 мин 4-6 раз



- 7 Выделенные микросферы трижды промывали 50 мл хлористого метилена в чашке



- 8 сушка при комнатной температуре.



Рисунок 1 - Схема подготовки хитозановых микросфер

В работе [2] авторы растворяли хитозана в угольной кислоте (рисунок 2).

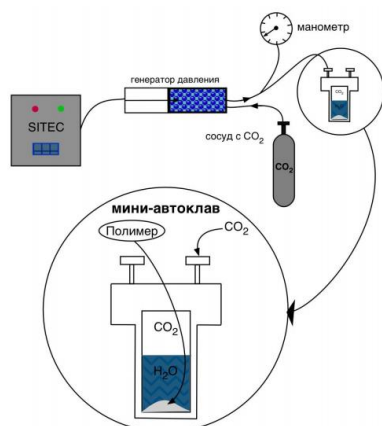


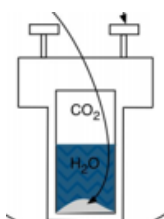
Рисунок 2 - Схема экспериментальной установки

Растворение хитозана в угольной кислоте проводилось следующим образом. Сначала измерили массу порошка хитозана на весах с воспроизводимостью 0,02 мг (шаг 1). Затем в кювету добавляли хитозан. Затем таким же образом взвешивали порошок генипина и помещали в реактор (шаг 2). Затем в реактор добавляли 5 мл воды, после чего реактор закрывали (шаг 3), герметизировали, пропускали в систему сжиженную углекислоту и повышали давление в реакторе до 300 атм (шаг 4), перемешивали в течение двух дней для получения более однородного геля (шаг 5), затем помещали реактор в инкубатор еще на пять дней для эффективного образования поперечных связей (шаг 6).

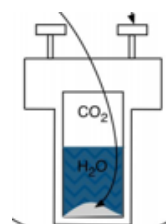
- 1** Взвесьте 0,02 мг порошка хитозана и 0,02 мг порошка генипина.



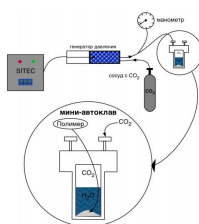
- 2** Добавьте в кювету два вещества.



- 3** Потом в реактор добавляли 5 мл воды, после чего реактор закрывали



- 4** Герметизировали и впускали в систему сжиженный углекислый газ и повышали давление в реакторе до 300 атм.



- 5** Поместите кювету на магнитную мешалку на два дня для получения более однородного геля.



- 6** Поместите реактор в термостат.



Пять дней

Рисунок 3 - Схема подготовки биосовместимых аэрогелей на основе хитозана

В работе [3] авторы приготовили гибридные композиты хитозан/диоксид кремния с триполифосфатом натрия в качестве сшивающего агента (рисунок 4).

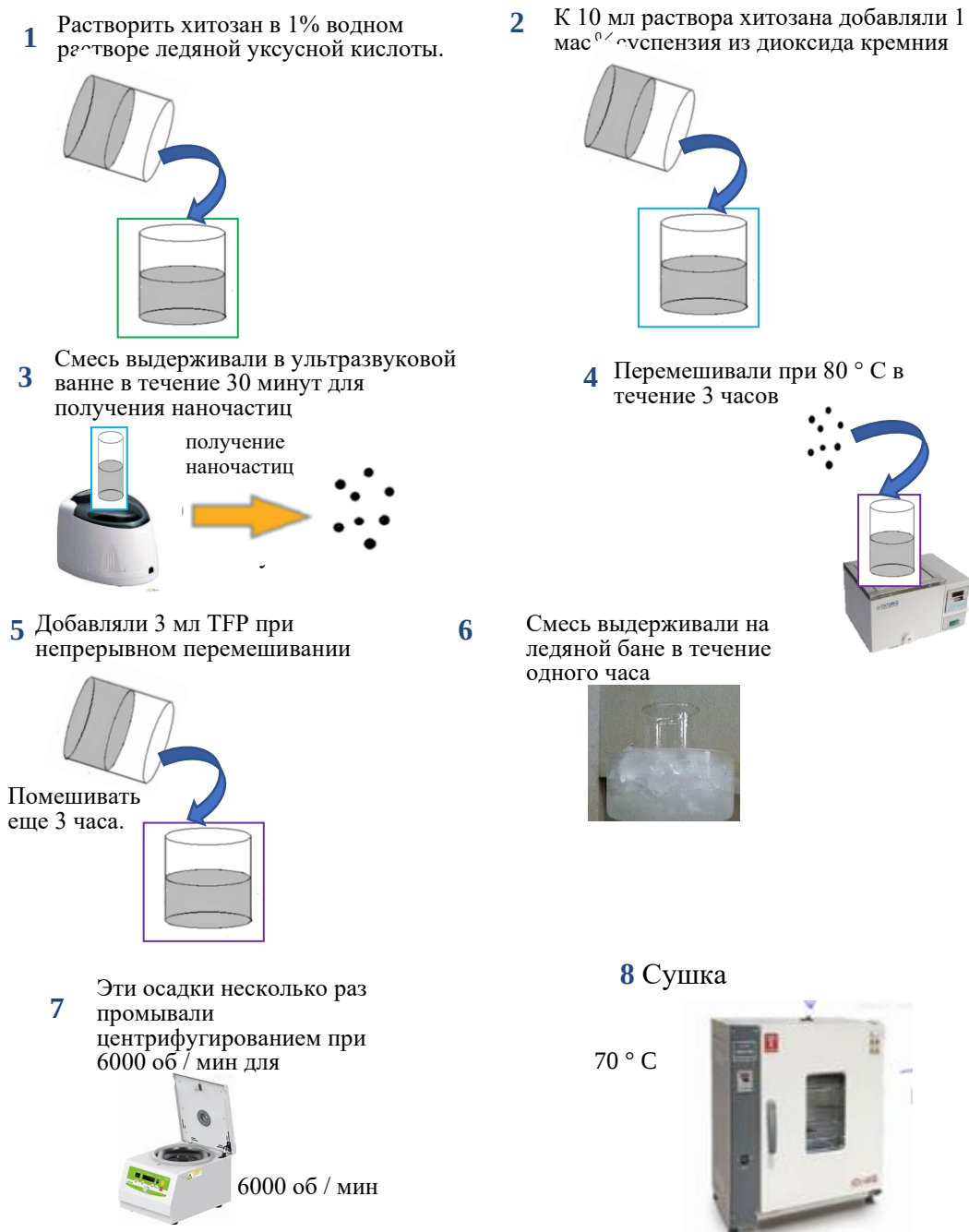


Рисунок 4 - Схема подготовки гибридных композитов хитозан/диоксид кремния с триполифосфатом натрия в качестве сшивающего агента

Раствор хитозана с концентрацией 1,5 мас.% получали растворением его в 1% водном растворе ледяной уксусной кислоты (шаг 1). Затем к 10 мл раствора хитозана добавляли 1 % масс. суспензию из диоксида кремния (шаг 2). Суспензию диоксида кремния, содержащую наночастицы диоксида кремния, растворенные в сверхчистой воде, и смесь выдерживали в ультразвуковой ванне в течение 30 минут для получения наночастиц (шаг 3). Затем смесь хитозана и диоксида кремния (3: 1) перемешивали при

80 ° С в течение 3 часов, чтобы завершить смешивание раствора диоксида кремния и хитозана (шаг 4). После этого к суспензии по каплям добавляли 3 мл тетрафторпропанол (TFP) при непрерывном перемешивании в течение 3 часов (шаг 5). Затем смесь выдерживали на ледяной бане в течение одного часа (шаг 6). Образовавшийся осадок отделяли от надосадочной жидкости центрифугированием. Эти осадки несколько раз промывали центрифугированием при 6000 об/мин для удаления избытка кислоты (шаг 7). Синтезированный гибридный композит хитозан / диоксид кремния собирали и сушили в печи при 70 ° С в течение ночи (шаг 8).

В работе [4] авторы (рисунок 5) для получения геля температуру нагрева магнитной мешалки устанавливали равной 60°, 0,6 г хитозана смешивали с 20 мл 3% концентрированной уксусной кислоты, пока большая часть хитозана не растворилась после 15 мин перемешивания (шаги 1, 2), затем 2 мл глицерина выливали в этот раствор для предотвращения испарения воды (шаг 3). После этого раствор перемешивали еще 15 мин и помещали в ультразвуковой очиститель для пеногасительной обработки (шаг 4). Затем раствор хитозана равномерно выливали в стеклянную форму, которая позволяла получить рабочую мембрану толщиной 0,3 мм (шаг 5). Затем стеклянную форму, заполненную раствором хитозана, поместили в вакуумную сушильную печь для сушки. Его температуру устанавливали на 80 °, а степень вакуума – 0,05 МПа, время сушки 8 часов (шаг 6).



Рисунок 5 - Блок-схема процесса приготовления хитозана

В работе [5] наноллисты ММТ (наноллисты с ионной печатью) / гранулы геля хитозан были приготовлены в соответствии со следующими процедурами: (1) 50 г ММТ диспергировали в 1 л воды в течение 4 ч с помощью механического перемешивания со скоростью 400 об / мин. Затем примеси удаляли из суспензии при 1000 об / мин в течение 1 мин., и чистое твердое вещество ММТ получали после центрифугирования со скоростью 10000 об / мин в течение 5 мин. (2) Для приготовления комплекса хитозан-Си 0,15 г хитозана помещали в 10 мл раствора уксусной кислоты (2%), а затем добавляли 2 мл раствора ацетата меди с концентрацией 16 г/л. Комплекс хитозан-Си получали перемешиванием при 500 об / мин в течение 12 ч на термостатической магнитной мешалке. (3) Синтез бусинок. Сначала в комплексный раствор хитозан-Си добавляли определенное количество наноллистов ММТ и перемешивали в течение 1 ч. Затем смесь вводили в раствор NaOH с концентрацией 2 моль / л, используя шприцы объемом 5 мл, и поддерживали перемешивание в течение 2 часов с последующей промывкой гранул до нейтрального состояния. (4) После двукратного элюирования 0,1 моль / л H_2SO_4 и активации 0,1 моль / л NaOH в течение 3 ч наноллисты ПМНС, содержащие 0%, 20%, 45% ММТ, были готовы после сушки с использованием сублимационной сушилки.

В работе [6] авторами приготовлен гель на основе N-гетероциклических производных хитозана.

Раствор хитозана получали растворением 500 мг хитозана в 25 мл 1% водной уксусной кислоты при непрерывном магнитном перемешивании, а затем его фильтровали для удаления нерастворенных веществ. К раствору хитозана отдельно добавляли 4-пиридинкарбоксальдегид и 2% 2,6-пиридиндикарбоксальдегид в метаноле и перемешивали до тех пор, пока раствор хитозана не превратился в более вязкий гель и магнитный стержень не был остановлен. Затем полученный гидрогель подвергали замене растворителя на ацетон, фильтровали и лиофилизировали примерно 3 часа.

В работе [7] авторы готовили композиционные биоматериалы гелей хитозана, содержащих микро/наночастицы крахмала.

Сначала 1,4 г хитозана растворяли в 100 мл 0,5% уксусной кислоте при 700 об / мин в течение 48 ч, а затем фильтровали для отделения примесей. Раствор с концентрацией 60% был приготовлен для приготовления термочувствительного гидрогеля. После смешивания АНР с раствором хитозана при 500 об / мин при повышении температуры с 25 ° C до 37 ° C раствор превратился в гель.

Среди приведенных выше статей нам подходит работа [4] которая является второй статьей в таблице 1, потому что в этой статье используется меньше экспериментальных

веществ, и оборудование, используемое в эксперименте, не сложное, операция проста, и ее легче выполнить.

Таблица 1 – Критериальный анализ ингибиторов коррозии на основе НЧ.

Ссылка	Получение НЧ		Сшивающий агент	Моющее средство	Полученное вещество	Сложность
	оборудование	Реагент				
[1]	Лабораторный гомогенизатор, магнитная мешалка, чашка Петри, духовка	Уксусная кислота, раствор хитозана, полиглицерин полирицинолеат, раствор парафинового масла	Водный раствор лимонной кислоты	Промывка хлористым метиленом	Хитозановые микросферы	4
[2]	Ультразвуковая ванна, центрифугирование, духовка	Хитозан, водный раствор ледяной уксусной кислоты, кремнеземная суспензия	Триполифосфат натрия (TRP)	Промывка хлористым метиленом	Гибридный композит хитозан / диоксид кремния	4
[3]	Ультразвуковой очиститель, вакуумная сушильная печь, магнитная мешалка, аналитические весы	Хитозан, уксусная кислота, глицерин, дистиллированная вода	–	–	Хитозановый гель-полимер	3
[4]	Шлифовальный станок, центрифуга, магнитная мешалка с постоянной температурой, Сублимационная сушилка	Нанолисты для ионной печати, раствор уксусной кислоты, хитозан, раствор NaOH	-	Раствор серной кислоты	Нанолисты монтморилло нита с ионным отпечатком / шариков хитозанового геля	4
[5]	Магнитная мешалка	Хитозан, водная уксусная кислота, 4-пиридинкарбоксаль дегид, раствор 2,6-пиридинкарбоксаль дегид в метаноле	Ацетон	-	N-гетероциклического производного хитозана	2
[6]	Ультразвуковая машина, сушильная печь	Райторит, хитозан, вода дистиллированная, раствор глутарового альдегида	-	Спирт этиловый	Пористые гели ректорита / хитозана с трехмерной сеткой	3
[7]	Магнитная мешалка	Нано крахмал, хитозан, уксусная кислота	-	-	Хитозановый гель, нагруженный микро / наночастицам и крахмала	1

1.3 Применение гидрогелей на основе хитозана [8]

Материалы-носители лекарств

Гидрогели на основе хитозана обладают хорошей биосовместимостью, нетоксичностью и разлагаемостью, обладают хорошей способностью инкапсулировать лекарственные

средства. Гидрогель на основе хитозана, как тип широко используемого носителя лекарств, может быть использован в качестве эффективного вспомогательного материала для построения скелета биологической ткани. На практике его направленное воздействие может достигать двух эффектов: Изменение способа употребления лекарств путем контроля времени высвобождения и целевого воздействия. Используя метилметакрилат и хитозан в качестве мономеров, используя сульфат аммония в качестве инициатора и используя фторуридин в качестве матрицы, гель привитой сополимеризации был приготовлен методом свободнорадикальной полимеризации, а высвобождение тестируемого лекарственного средства было смоделировано *in vitro* через кишечную жидкость. Обнаружили, что он имеет хорошее поведение при доставке лекарств в толстую кишку.

Гидрогелевый носитель на основе хитозана воздействует на многие новые соединения и высокомолекулярные препараты, обеспечивая их легкое высвобождение. Концентрация высвобождения лекарства в системе с контролируемым высвобождением относительно стабильна, что позволяет использовать наиболее эффективное лекарство более непосредственно. Более интересно то, что после высвобождения препарата гидрогель на основе хитозана может расщепляться в организме на небольшие молекулы для всасывания или выведения, тем самым избегая метаболического накопления небioresлагаемых веществ. С развитием времени исследования носителей лекарственных средств становятся все более и более глубокими, и гидрогели играют все более важную роль в качестве превосходных лекарственных материалов.

Повязка на рану

В качестве нового типа живой повязки гидрогелевый материал может хорошо инкапсулировать лекарственные препараты, а биоактивные факторы создают в ране влажную среду, ускоряют заживление раны, предотвращают бактериальное инфицирование раны. В то же время он обладает такими преимуществами, как впитывание раневого экссудата, поддержание температуры и влажности поверхности контакта с раной, хорошая воздухопроницаемость, антибактериальное и противовоспалительное действие и т. д.

Использование только инкапсулированных в хитозан лекарственных средств/антибактериальных средств для приготовления гидрогелевых повязок слишком ограничено, чтобы использовать только хитозан в качестве повязок. Нагруженные гидрохлоридом тетрациклина (ТН) желатиновые микросферы, приготовленные путем эмульгирования и сшивания, добавляют к окисленному гидрогелю альгината натрия/хитозана для приготовления композиционной гидрогелевой повязки, которая

может значительно улучшить антибактериальные и механические свойства самого гидрогеля.

Для структурной модификации хитозана в настоящее время актуальными являются исследования по смешиванию с антибактериальными препаратами или сополимеризации с другими полимерными материалами человека. Поскольку постоянно обновляются и улучшаются требования людей к медицинским перевязочным материалам, перевязочные материалы на основе хитозана имеют широкое поле для исследований.

Идеальный материал для тканевой инженерии

Гидрогели хитозана можно использовать для построения скелетов биологических тканей. Bio Syntech Canada разработала гидрогель, полученный путем сополимеризации хитозана и динатриевой соли глицерофосфата. Гидрогель является жидким при комнатной температуре, и когда он достигает человеческого тела, он образует гель при физиологической температуре, поэтому его можно использовать для исправления или заполнения дефектов тела путем введения его в нужную часть человеческого тела с помощью специальных средств. В то же время в процессе приготовления гидрогеля не используются сшивающий агент и органический растворитель, что эффективно снижает его потенциальную биотоксичность и улучшает его биосовместимость. Он может быть использован для доставки лекарств, имплантации тканей глаза, заполнения костей или хрящей. Материалы и другие области тканевой инженерии имеют широкие перспективы применения.

Применение в качестве адсорбирующего материала

Хитозан является отличным средством для очистки воды. Хитозановый гидрогель и его производные имеют большое количество активных amino- и гидроксильных групп, которые могут диссоциировать положительные ионы, а вещества на основе хитозана могут хелатировать с ионами металлов. Поэтому его можно использовать в качестве металлического адсорбент ионов, а гидрогель на основе хитозана может вступать в электростатическое взаимодействие с красителями (метиловый оранжевый, метиленовый синий и др.), а также адсорбировать окрашенные красители, диссоциирующие от анионов. Поэтому гидрогель хитозана играет решающую роль в очистке промышленных сточных вод.

Композитный гидрогель PVA-CS-GO, приготовленный Ли Лу и др., обладает хорошим адсорбционным эффектом в отношении Pb^{2+} , и в результате многочисленных экспериментов по адсорбции и десорбции было обнаружено, что композитный гидрогель обладает превосходной стабильностью и пригодностью для повторного использования. Характеристики гидрогелей на основе хитозана в адсорбционных приложениях все еще

ограничены, и они имеют недостатки в адсорбции некоторых нерастворимых ионов металлов и их красителей. Роль гидрогелей на основе хитозана неизбежно будет изучаться.

1.4 Методы исследования полимерных гелей

1.4.1 Метод светорассеяния

Метод светорассеяния основан на эффекте рассеяния части света, прошедшего через жидкую среду. Эта диффузия происходит за счет флуктуаций плотности и концентрации частиц в объеме раствора, существующих за счет теплового движения. Приводят к различиям в показателе преломления. Свет, проходя через жидкую среду, преломляется, т.е. растворителя концентрация полимера также будет колебаться. Чем сильнее эти колебания, тем ниже осмотическое давление в области высоких концентраций, т.е. выше молекулярная масса растворенного вещества.

Важнейшие приложения получили методы, основанные на измерении интенсивности света, рассеянного растворами полимеров, и их угловой зависимости. Существуют фиксированные (упругие) или динамические (квазиупругие) методы рассеяния света. Основное отличие заключается в способе измерения интенсивности рассеянного света.

При упругом или рэлеевском рассеянии падающий и рассеянный свет имеют одинаковую длину волны. Из-за смещения центра рассеяния рассеянный свет перестает быть монохроматическим, а вместо одиночной линии наблюдается пик Рэля. В этом случае усредненная по времени полная интенсивность измеряется как функция угла распространения. С помощью статического светорассеяния можно определить массу и характерные линейные размеры частиц в некоторых системах.

При неупругом рассеянии частота рассеянного света отличается от частоты падающего света. При динамическом рассеянии света интенсивность рассеяния измеряется как функция времени [9].

1.4.2 Инфракрасная спектроскопия

Когда инфракрасный свет проходит через тестируемый образец, образец производит характерное поглощение энергии инфракрасного света, а поглощение материала образцом квантуется. После того, как энергия инфракрасного света поглощается веществом, она становится энергией вибрации и вращения молекул. При переходе молекулярного колебательного энергетического уровня инфракрасный спектрометр регистрирует поглощение инфракрасного света веществом, получая тем самым инфракрасный спектр вещества; поскольку инфракрасный спектр отражает изменение молекулярного

колебательного энергетического уровня, его также называют "молекулярный". Колебательные спектры".

Поскольку пики инфракрасного поглощения различных функциональных групп проявляются в определенном диапазоне длин волн, эти характерные пики поглощения очень характерны и не так легко подвержены влиянию окружающих частей, поэтому о наличии функциональных групп можно судить по положению и форме пики поглощения в спектре[10].

Инфракрасные спектры гелей на основе хитозана:

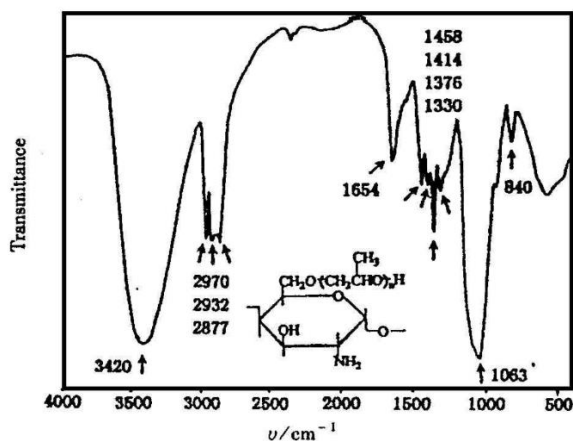


Рисунок 6 - Инфракрасный спектр О-гидроксипропилхитозана

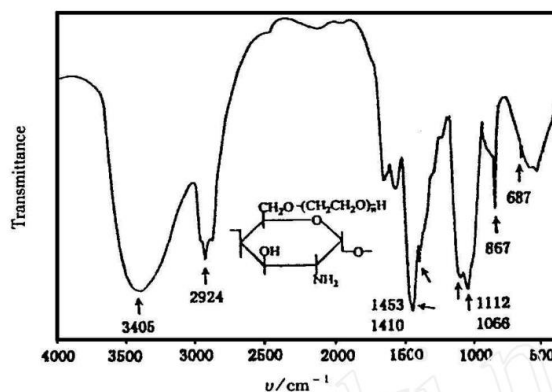


Рисунок 7 - Инфракрасный спектр О-гидроксиэтилированного хитозана

Из рисунка 6 видно, что валентное колебание CH_3 на 2970 см^{-1} и деформационное колебание на 1376 см^{-1} значительно усиливается, образуя очень острый пик. Это связано с введением большого количества метильных групп после гидроксипропильного замещения. Если полосу амида I 1654^{-1} см использовать в качестве эталона, можно заметить, что полосы на 2932 , 2877 , 1458 , 1415 и 1330 см^{-1} значительно усиливаются, отражая увеличение насыщенных алкильных групп, таких как CH_2 и CH , после Этерификация; в то же время полоса $1063 \text{ см}^{-1} \nu(\text{C-O})$ также значительно усиливается. Валентное колебание C-O Объединение в одну полосу происходит из-за появления новой связи C-O, то есть $>\text{CH-O}$ и новой C-O-C мостиковая связь, которая делает этот сильный пик плотным и неразличимым. У исходного хитозана есть сильная полоса растягивающих колебаний около 3420 см^{-1} , и 840 см^{-1} должен быть $\gamma(\text{C-H})$.

Из рисунок 7 можно получить, что растягивающая вибрация CH_2 составляет 2924 см^{-1} , деформационная вибрация составляет 1453 см^{-1} , 1410 см^{-1} очень заметна, а полоса $\nu(\text{CO})$ появляется на 1112 см^{-1} и 1066 см^{-1} , что аналогично по отношению к илилированному хитозану Он отличается от гидроксипропилхитозана, потому что связь C-O гидроксиэтилированного хитозана представляет собой $-\text{CH}_2-\text{O}$, который такой же, как и у

исходного хитозана. А при 3405 см^{-1} наблюдается сильное поглощение, что указывает на то, что гидроксиэтилированный хитозан сохраняет то же количество гидроксильных групп, что и исходный хитозан. Острый пик на 687 см^{-1} является изогнутой вне плоскости полосой O-H, а 867 см^{-1} следует отнести к γ (C-H).

● N-карбоксиметилированного хитозана

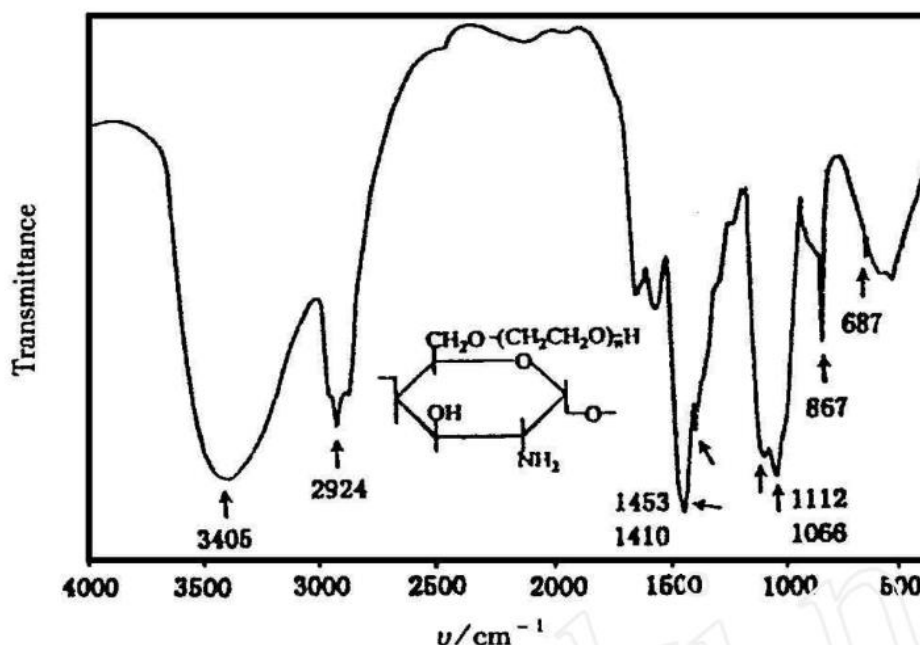


Рисунок 8 - Инфракрасный спектр О-гидроксиэтилированного хитозана

Полоса ν (C = O) человека (1734 см^{-1}) карбоновой кислоты и полоса ν (C-N) (1627 , ~ 1550 , 1380 и 1321 см^{-1}) третичного амина являются основными характеристическими полосами (Рисунок 6). Около 2900 см^{-1} (C-H) становится очень широким, что является признаком наличия карбоновой кислоты. Полоса мостиковой связи ν (C-O-C) 1153 см^{-1} и гидроксильная группа первичного спирта ν (CO), полоса 1038 см^{-1} и гидроксильная группа вторичного спирта ν (CO) спектр Полоса 1070 см^{-1} - то же самое, что и исходный хитозан, что указывает на отсутствие замещения кислорода. Полоса валентных колебаний третичного амина появляется около 3300 см^{-1} , которая сливается с полосой гидроксила 3420 см^{-1} , образуя широкий спектр полосы 3366 см^{-1} [11].

2. Экспериментальная часть

2.1 Приборы и материалы

Таблица 2 – Приборы и реактивы

Приборы	Реактивы
Весы электронные лабораторные ALC-110d4 Оптический микроскоп "Метам РВ-21-1" Магнитная мешалка MS-3000 Biosan Термошкаф, SNOL 20/300 LFNEc HC Спектрофотометр «Tensor 27» (Bruker Optik GmbH)	Хитозан (ХЧ, PTOTEIN.COMPANU) Полиэтиленгликоль (ХЧ, ПКФ Айсберг АС (Россия)) Уксусная кислота CH_3COOH ледяная (ХЧ) Лимонная кислота (ХЧ, Weifang (Китай)) Нитрат серебра AgNO_3 (ХЧ, Химпромкомплект) Глицерин, (ХЧ, DuPont)

2.2 Приготовление хитозанового геля

На первом этапе необходимо подобрать основной состав компонентов полимерного геля, прозрачного, устойчивого на воздухе. В данной работе для этих целей предлагается использовать хитозан.

В нашей работе использовали – для получения геля из хитозана (ХТ) составы, приведенные в таблице 3.

В качестве растворителей использовали воду, раствор лимонной кислоты и глицерин. лимонная кислота и глицерин использовали, как сшивающий агент, обеспечивающий межмолекулярные взаимодействия внутри матрицы.

Таблица 3 - Составы гелей на основе хитозана $m(\text{ХТ}) = 400$ мг.

Растворитель	Сшивающий агент	№	AgNO_3 , мг	№
H_2O	—	1.0	16	1.0*
H_2O	4 г ПЭГ	1.1	16	1.1*
H_2O	1 г HCit	2.1	1,6	3.1*
H_2O	2мл глицерина	3.1	3.2	3.1**

Смеси готовили в емкостях с крышкой. Сначала всыпали хитозан, затем добавляли растворитель перемешивали и оставляли на сутки до полного растворения хитозана. После этого вводили в ряд растворов ПЭГ, лимонную кислоту или глицерин. Затем

растворы оставляли на сутки. После этого во многие растворы были введены ионы наносеребра. Из полученных растворов были получены пленки.

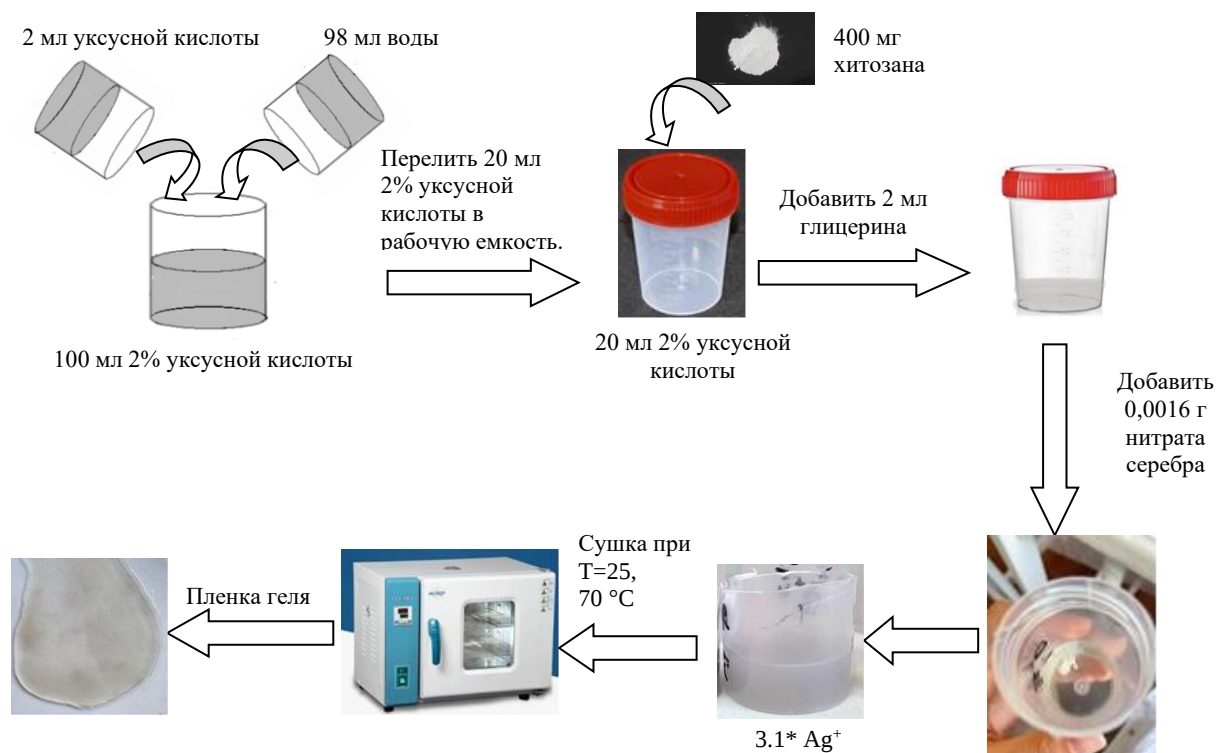


Рисунок 9 - Приготовление гелевых пленок хитозана, содержащих ионы серебра



Рисунок 10 - Приспособление для измерения изменения объема

2.3 Оптическая микроскопия

Поместите подготовленную пленку на предметное стекло. Поместите предметное стекло на предметный столик микроскопа для наблюдения. Наконец, сделайте снимок камерой для записи.

При работе с микроскопом необходимо соблюдать следующую последовательность:

1. При использовании микроскопа вы должны сидеть на табурете.
2. Закрепите временную загрузочную пленку: зафиксируйте временную загрузочную пленку в правильном положении на сцене.

3. Объектив с малым увеличением выравнивается с отверстием для света, а винт грубой фокусировки регулирует оправу объектива сверху вниз, а глаза наблюдают сбоку, чтобы линза объектива не касалась предметного стекла и не повреждалась. линзу и раздавить предметное стекло.

4. Левый глаз наблюдает за изменением поля зрения через окуляр и регулирует винт грубой фокусировки, чтобы оправа объектива медленно перемещалась вверх до тех пор, пока поле зрения не станет четким.

5. Если вы не видите объект наблюдения, вы можете перемещать пленку по мере необходимости.

6. Если это не ясно, вы можете использовать винт точной фокусировки для дальнейшей настройки.

7. Если вам нужно наблюдать под объективом с большим увеличением, вы можете повернуть конвертер, чтобы изменить объектив.

8. После использования уменьшите увеличение, поднимите линзу объектива, снимите образец с рабочего стола, протрите все части микроскопа чистой тканью, выключите микроскоп, отсоедините источник питания, накройте полиэтиленовым пакетом и положите его в указанном положении.

2.4 Оценка коррозионную стойкость металлов и сплавов

Полученные пленки наносили на исследуемый металл или сплав. Наблюдали за их ежедневными изменениями. В этом эксперименте использовали СТ-3, Cu и Ti.



Рисунок 11 - изображение металла покрытого пленкой

2.5 Исследование полимерных пленок методом ИК-спектроскопии

ИК-спектроскопические исследования полимерных гелей проводили с целью установления структурных изменений в полимерной матрице. ИК-спектры регистрировали на спектрофотометре «Tensor 27» (Bruker Optik GmbH) с последующей обработкой данных в программе Performance Guard. Применяли специализированную приставку нарушенного полного внутреннего отражения (Pike Technologies) с призмой из GaSe.

3. Результаты и обсуждение

3.1 Изучение процесса образования пленок

Выбор оптимальных условий для получения пленок мы проводили, измеряя массы растворов и объёмы при испарении жидкости из шприцев разного диаметра.

Рисунок 12 отражает влияние природы компонентов раствора. Видно, что добавление сшивающих агентов (лимонной кислоты, полиэтиленгликоля и глицерина) в матрицу повышает скорость удаления из нее воды.

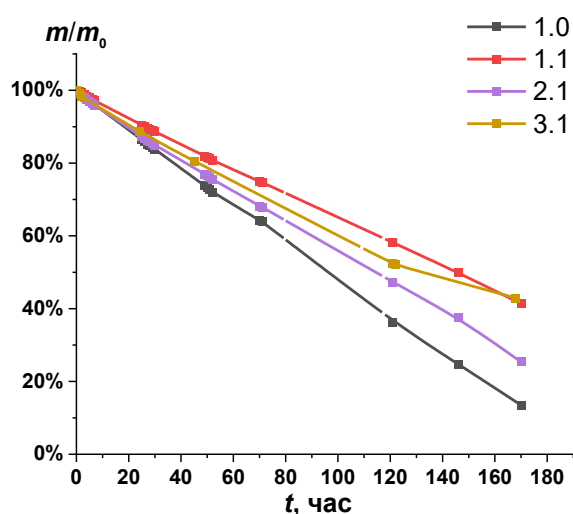


Рисунок 12 - Изменение массы гелей при испарении

Рисунок 13 отражает влияние диаметра сосуда, из которого происходит испарение. Видно, что при уменьшении диаметра шприца скорость испарения жидкости закономерно уменьшается.

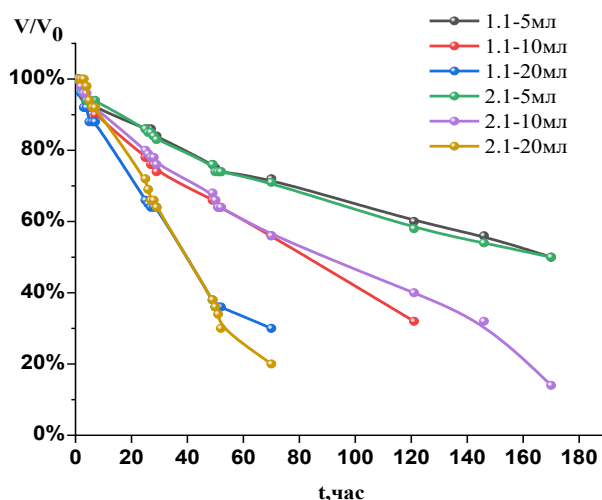


Рисунок 13 - Изменение объема геля при испарении

Рисунок 14 отражает влияние введения наночастиц в матрицу. Видно, на примере двух гелей, что добавление частиц не влияет на скорость испарения жидкости.

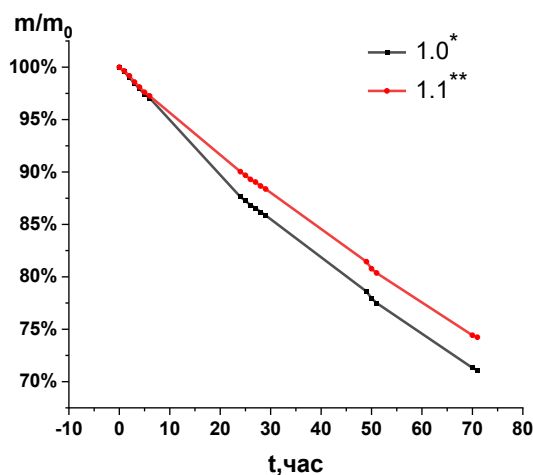
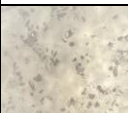


Рисунок 14 - Изменение массы гелей с ионами серебра при испарении

В таблице 4 приведены фотографии гелей.

Таблица 4 – Изображения полученных гелей

Состав раствора на 400 мг ХТ	Фото геля		Фото геля с НЧ Ag ⁺
	-	Оптический микроскоп	-
1.0. 1 20 мл 2 % CH ₃ COOH в H ₂ O		 *10	
1.1 20 мл 2 % CH ₃ COOH в H ₂ O ПЭГ		 *4	
2.1 20 мл 2 % CH ₃ COOH в H ₂ O лимонная кислота		 10	-
3.1 20 мл 2 % CH ₃ COOH в H ₂ O 2 мл глицерин		 4	
3.1** 20 мл 2 % CH ₃ COOH в H ₂ O 2 мл глицерин	-	-	

Видно, что часть пленок получается непрозрачной. Это значит, что есть фазовое расслоение и нам такие пленки не подходят. Полностью прозрачные пленки получаются для гелей с лимонной кислотой и глицерином. Добавление нитрата серебра приводит к окрашиванию гелей в синий или желтый цвет в зависимости от концентрации.

3.2ИК-спектроскопия гелей

Для двух прозрачных гелей – с лимонной кислотой и глицерином – мы получили ИК-спектры (рисунок 15).

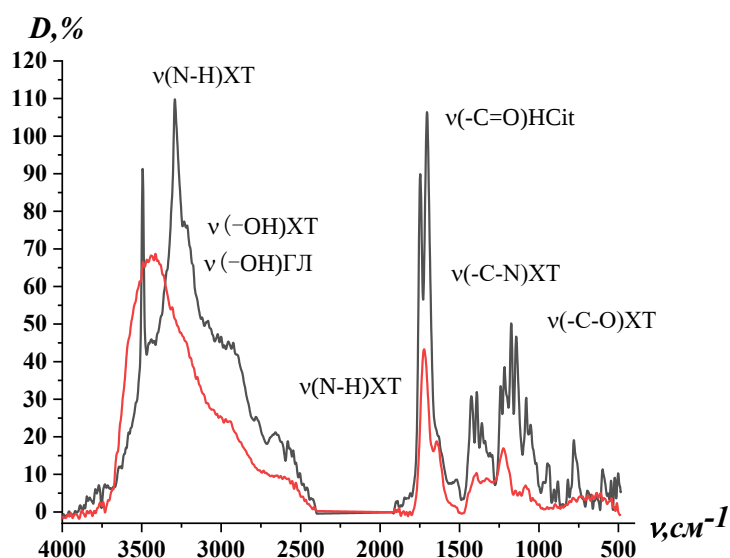


Рисунок 15 - Инфракрасный спектральный анализ полимера хитозана

В таблице 5 представлена расшифровка для индивидуальных компонентов, составляющих гель: хитозан, глицерин

Таблица 5 – Расшифровка ИК-спектров гелей

Хитозан [11]		Глицерин [12]		ХТ-Нсит		ХТ-Гл	
ν, cm^{-1}	Расшифровка	ν, cm^{-1}	Расшифровка	ν, cm^{-1}	Расшифровка	ν, cm^{-1}	Расшифровка
3405	Валентные колебания группы OH	3287.3	Валентные колебания группы -OH	3493.4	Валентные колебания группы -OH от хитозана	3440.4	Валентные колебания группы -OH от хитозана
2970	Валентные колебания группы CH3	994 - 1115.8	Валентные колебания группы CO	3292	Изгибная вибрация группы N-H от хитозана	3490.6	Валентные колебания группы -OH от глицерина
2924	Валентные колебания группы CH2			1704.8, 1747.2	Валентные колебания группы C=O от лимонной кислоты	3307	Изгибная вибрация группы N-H от хитозана
1734	Валентные колебания группы C=O от CH3COOH			1390.5	Изгибная вибрация группы -OH от лимонной кислоты	1722.1	Валентные колебания группы -OH от CH3COOH
1410, 1112, 1453	Валентные колебания группы CO			1174.5	Валентные колебания группы -C-O от хитозана	1645	Изгибная вибрация группы N-H от хитозана
867	Валентные колебания группы CH					1392.4	Изгибная вибрация группы -C-N от хитозана

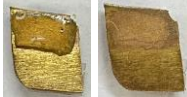
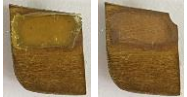
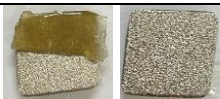
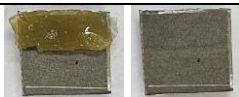
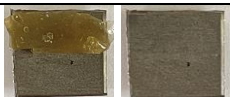
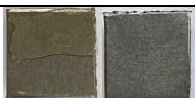
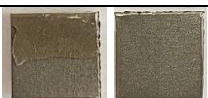
Хитозан [11]		Глицерин [12]		ХТ-Hcit		ХТ-Гл	
						1222.7	Валентные колебания группы - С-О от хитозана

При добавлении лимонной кислоты полосы валентных колебаний хитозана расщепляются (это черная кривая). Это говорит о том, что часть функциональных групп хитозана расходуется на образование сетки. В случае глицерина мы наоборот наблюдаем уширение полос валентных колебаний (красная кривая). Это физическая сетка. Именно поэтому пленки с глицерином получаются пластичными, и мы их использовали в дальнейшем эксперименте.

3.3 Изучение процессов на границе раздела металл – гель на основе хитозана

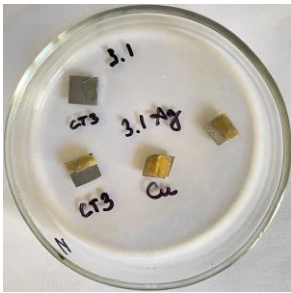
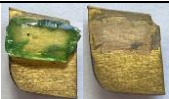
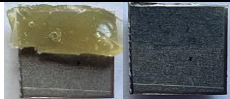
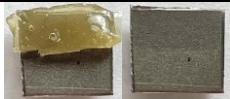
Оценку возможности использования гелей в качестве цветных тест-систем мы проводили помещая пленки на поверхность металлов. Мы использовали сталь и бронзу. Сначала мы проводили эксперимент при естественной влажности. Видно (таблица 6), что за восемь суток изменения наблюдаются только для меди. При этом окрашивание пленок слабое.

Таблица 6 – Фотографии металлов при контакте с гелями на воздухе

Металл	0 ч	144 ч	192 ч
Cu (3.1 Ag+)			
Cu (3.1)			
Ti (3.1 Ag+)			
Ti (3.1)			
СТ-3 (3.1 Ag+)			
СТ-3 (3.1)			

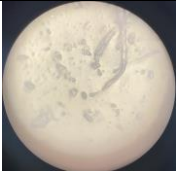
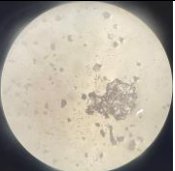
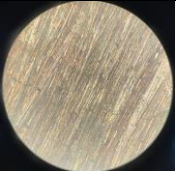
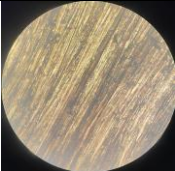
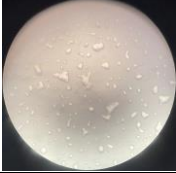
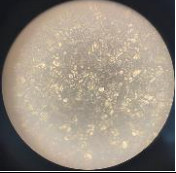
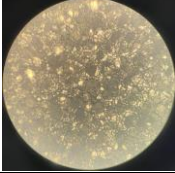
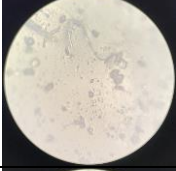
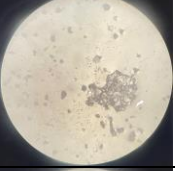
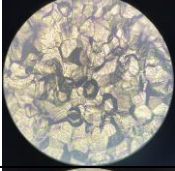
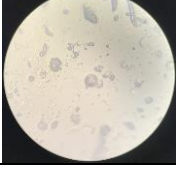
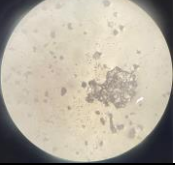
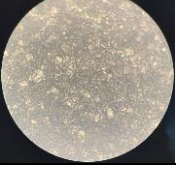
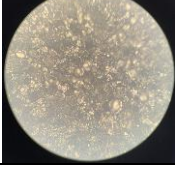
Так как коррозия проходит медленно мы ускорили этот процесс, поместив наши образцы в эксикатор с повышенной влажностью (таблица 7).

Таблица 7 – Фотографии металлов при контакте с гелями при влажности 75 %

Металл	192 ч	264 ч	312 ч
Cu (3.1 Ag ⁺)			
Ti (3.1 Ag ⁺)			
CT-3 (3.1 Ag ⁺)			
CT-3 (3.1)			

Видно, что в данном случае изменения более явные и с металлом, и с пленками. Они окрашиваются. Изменения, которые происходят с металлом в месте контакта можно наблюдать и на обычных фотографиях. На изображениях с оптического микроскопа (таблица 8) видно, что на поверхности стали наблюдается меньше металлических участков. Однако значимой разницы между поверхностью металла, который контактировал с гелем и не контактировал, не наблюдается. Это хороший результат, так как гель должен показывать, что коррозия идет, но не вызывать ее сам.

Таблица 8 - Микроскопические изображения гелевых и железных гранул

Металл	Гель после	Гель до контакта с металлом	металл до контакта	металл после контакта с гелем
Cu (3.1 Ag ⁺)				
CT-3 (3.1)				
Ti (3.1 Ag ⁺)				
CT-3(3.1 Ag ⁺)				

В таблице 8 приведены оптические изображения самого геля до и после контакта с металлами. Видно, что структура геля незначительно меняется. В матрице появляются отдельные образования – это продукты коррозии.

В случае меди пленка окрашивается в интенсивный зеленый цвет (таблицы 9, 10). При этом видна разница между гелем с наночастицами и без. В первом случае окраска более зеленая, во-втором появляется желтоватый оттенок.

Таблица 9 – Фото гелей до и после контакта с металлами

Гель	Гель до контакта	Гель после
Cu (3.1 Ag ⁺)		
СТ-3 (3.1)		
Ti (3.1 Ag ⁺)		
СТ-3(3.1 Ag ⁺)		

Таблица 10 - Фото гелей с НЧ серебра различной концентрации до и после контакта с металлами

	Хитозан гель	Металл
Cu		
СТ-3		

В процессе работы мы получили полимерные гидрогели, которые можно использовать в качестве тест-систем для диагностики коррозии металлов. Для изменения

характера и интенсивности окрашивания в будущем можно предложить использовать другие наночастицы и органические модификаторы.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В данной работе изучаются синтез и спектральная характеристика люминофора на основе лютеций-алюминиевого граната. Цель данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» 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.

Темой НИР является «использование гидрогелей на основе природных полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов».

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

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурирующих технологических вариантов с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет оценить сравнительную эффективность научных разработок и определить направления будущих улучшений.

В ходе исследования рассматривались две конкурирующие разработки:

1. Свойства гидрогелей на основе природных полимеров;
2. Исследования гидрогелей на основе природных полимеров и их свойств защиты металлов от коррозии.

Детальный анализ необходим, т.к. каждая технология имеет свои достоинства и недостатки. В Таблица 11 показано сравнение технологий-конкурентов и технологии данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 11 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	5	3	0,7	0,42	0,42
2. Количество оборудования	0,17	5	4	2	0,55	0,52	0,36
3. Безопасность	0,08	4	5	5	0,32	0,08	0,24
4. Коррозионная стойкость	0,06	4	4	3	0,32	0,12	0,24
5. Технологичность	0,05	5	5	4	0,4	0,32	0,32
6. Эффективность работы	0,14	5	5	4	0,7	0,42	0,56
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Реализация продукта	0,12	5	4	5	0,42	0,36	0,45
2. Уровень охвата рынка	0,03	5	4	5	0,18	0,12	0,18
3. Предполагаемая цена	0,08	4	5	3	0,16	0,35	0,21
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	4	0,4	0,24	0,36
5. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
6. Срок выхода на рынок	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
7. Наличие сертификации разработки	0,03	5	4	4	0,15	0,12	0,15
Итого	1	62	57	60	4,6	3,61	3,79

Примечание: B_{ϕ} – баллы исследуемого НИР; $B_{к1}$ – баллы конкурента 1; $B_{к2}$ – баллы конкурента 2; K_{ϕ} – конкурентоспособность исследуемого НИР; $K_{к1}$ – конкурентоспособность конкурента 1; $K_{к2}$ – конкурентоспособность конкурента 2.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 5, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,1 \cdot 5 + 0,17 \cdot 5 + 0,08 \cdot 4 + 0,06 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,12 \cdot 5 + 0,03 \cdot 5 + 0,08 \cdot 4 + 0,08 \cdot 5 + 0,03 \cdot 5 + 0,03 \cdot 5 + 0,03 \cdot 5 = 5$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в Таблица 12.

Таблица 12 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1. Низкая стоимость исходного сырья;	Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки;
C2. Получение высококачественных продуктов;	Сл2. Риск нарушения правил безопасности и возникновения различных непредвиденных ситуаций;
C3. Экологичность технологии;	Сл3. Невысокие объемы производства;
C4. Методика является перспективной.	Сл4. Сложность подбора режима;
C5. Простой и быстрый процесс приготовления	Сл5. Нет возможности поставить обеспечить крупносерийное производство.
Возможности	Угрозы
B1. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ	У1. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок
B2. Появление дополнительного спроса на новый продукт	У2. Разработка новых технологий конкурентами и снижение цен
B3. Внедрение технологии в производство	
B4. Участие в грантах	
B5. астие в грантах	

SWOT-анализа позволил определить факторы отрицательно влияющие на продвижение разработки на рынок. К таким факторам относится:

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 13 – 16.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

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

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

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

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 17.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Низкая стоимость исходного сырья; С2. Получение высококачественных продуктов; С3. Экологичность технологии; С4. Методика является перспективной. С5. Простой и быстрый процесс приготовления	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки; Сл2. Риск нарушения правил безопасности и возникновения различных непредвиденных ситуаций; Сл3. Невысокие объемы производства; Сл4. Сложность подбора режима; Сл5. Нет возможности поставить обеспечить крупносерийное производство.
Возможности В1. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Внедрение	Направления развития В2С1С3. Низкая стоимость сырья и высокое качество продукции могут удовлетворить дополнительный спрос на новые продукты. В3С2С4. По этой технологии получают высококачественную продукцию, поэтому	Сдерживающие факторы В1Сл3Сл4. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ приводит к низкому выходу продукта и однократному режиму отбора. В1Сл1Сл3. Использование оборудования от ИШНПТ ТПУ приводит к отсутствию научной разработки опытных образцов и,

технологии в производство В4. Участие в грантах В5. аствие в грантах	технология имеет хорошие перспективы. В4С1С2. Качественная продукция из дешевого сырья доступна в виде грантов	как следствие, низкому выпуску продукции.
Угрозы У1. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок У2. Разработка новых технологий конкурентами и снижение цен	Угрозы развития У1С4. Технология очень перспективная, но появление на рынке аналогичной зарубежной продукции произошло раньше. У2С1С3С4. Появление аналогичной зарубежной продукции и ее ранний выход на рынок обуславливают дешевизну сырья, сложность получения качественной продукции, невозможность гарантировать экологичность технологии.	Уязвимости: У1Сл1Сл4. Появление зарубежных аналогов и ранний выход на рынок привели к отсутствию научной разработки прототипов и породили множество невидимых опасностей.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Основные направления повышения конкурентоспособности проекта: проведение дополнительных научных исследований, использование новейшего оборудования ИШНПТ ТПУ и дальнейшее совершенствование технологии.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в Таблица 18.

Таблица 18 – 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 НИР	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	Подготовка материалов	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (4.5.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

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.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в Таблица 19.

Таблица 19 – 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		$t_{ожсi}$, чел-дни			
	Ис	Ис	Ис	Ис	Ис	Ис п.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	3	-	5	-	3,8	-	3,8	6
2. Календарное планирование выполнения НИР	2	1	4	3	2,8	1,8	2,8	4
3. Обзор научной литературы	-	5	-	8	-	6,2	6,2	10

4. Выбор методов исследования	-	2	-	4	-	2,8	2,8	4
5. Планирование эксперимента	1	4	2	6	1,4	4,8	4,8	7
6. Подготовка материалов	-	4	-	6	-	4,8	4,8	7
7. Проведение эксперимента	-	12	-	18	-	14,4	14,4	21
8. Обработка полученных данных	-	8	-	12	-	9,6	9,6	15
9. Оценка правильности полученных результатов	1	2	3	4	1,8	2,8	2,8	4
10. Составление пояснительной записки		10		12	-	10,8	10,8	16
Итого:	7	48	14	73	9,8	58	62,8	94

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (Таблица 20).

Таблица 20 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} 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	6												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4												
3	Обзор научной литературы	Исп2	10												
4	Выбор методов исследования	Исп2	4												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	5												
6	Подготовка материалов	Исп2	7												
7	Проведение эксперимента	Исп2	23												
8	Обработка полученных данных	Исп2	15												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	4												
10	Составление пояснительной записки	Исп2	16												

Примечание:

– Исп. 1 (научный руководитель), – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении ториевого концентрата из монацитового концентрата. Результаты расчета затрат представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на получение ториевого концентрата из монацитового концентрата

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
уксусная кислота	л	2	183	366
дистиллированная вода	м ³	5	34,60	173
хитозан	кг	5	495	2475
глицерин	л	2	130	260
лимонная кислота	кг	1	550	550
полиэтиленгликоль	кг	1	427	427
хлорид натрия	кг	1	95	95
перчатки резиновые технические	пар	3	80	240
Итого:				4586

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Представим расчет потребности в оборудовании для научных (экспериментальных) работ в таблице 22.

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования,	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования,
---	---------------------------	-------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

			лет		руб.
1	Аналитические весы FA 2004	1	5	36000	36000
2	УЗИ аппарат, СН-06М	1	10	25000	25000
3	Флуоресцентный спектрофотометр (Hitachi, F-7000, Япония)	1	20	650000	650000
4	УФ-лампа,ZF-6	1	10	20500	20500
5	Коробчатая печь,KF1600	1	20	300000	300000
6	микроскоп,venhuk 320 BASE	1	30	21590	21590
Итого:					1028.09тыс. руб.

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

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

Таблица 23 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Электронный микроскоп JEOL JCM-6000	1	15	0,16	7	6000000	5600
2	ПЭВМ	1	3	6	33	30000	4950
3	Микроскоп цифровой DigiMicro LCD	1	3	0,20	33	13380	73,59

4	Насос дозирующий перистальтический серия В- V PER	1	4	1	25	12750	265,63
Итого:		10889,22 руб.					

4.3.3 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:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 13).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; 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):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_d) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_d) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

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

Таблица 24 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней -выходные дни -праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени -отпуск -невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м}, руб$	$З_{дн}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	9,8	21043,5
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	58	101099,8
Итого:								122143,3

4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 21043,5 = 3156,5 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 101099,8 = 15164,9 \text{ руб.}, \quad (4.13)$$

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

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (21043,5 + 3156,5) = 7260 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (101099,8 + 15164,9) = 34879,4 \text{ руб.}, \quad (4.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.6 Накладные расходы

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

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (4.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

4.3.7 Бюджетная стоимость НИР

Таблица 26 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Стоимость бюджета
10889,22	4586	122143,3	18321,4	42139,4	196168,32	31386,9	225908,29

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Разработка технологии получения ториевого концентрата из отвального монацита Туганского месторождения по форме, приведенной в таблице 26. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 27 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Аналог.1	Аналог.2	
1	Материальные затраты НИР	4586	824	7845,3	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	10889,22	2133,2	16934,7	Пункт 4.3.2

3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	122143,3	122143,3	122143,3	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18321,4	18321,4	18321,4	Пункт 4.3.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	42139,4	42139,4	42139,4	Пункт 4.3.5
6	Накладные расходы	31386,9	29689,8	33181,5	Пункт 4.3.6
Бюджет затрат НИР		225908,29	215251,1	240565,5	Сумма ст. 1- 6

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

4.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности

научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определим значения показателя для разрабатываемой технологии и аналогов, приведенных в пункте 4.1.1 данной работы.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 225908,29$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 215251,1$ руб, $\Phi_{\text{исп.3}} = 240565,5$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = 225908,29 / 240565,5 = 0,94$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = 215251,1/240565,5 = 0,89$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = 240565,5/240565,5 = 1;$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 2 считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности. Разрабатываемая технология подразумевает уменьшение количества отходов и количества оборудования, но за счет увеличения материальных затрат данная технология уступает в цене сернокислотной переработке.

4.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 28).

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1. Актуальность рассматриваемого продукта	0,30	5/1,5	5/1,5	4/1,2
2. Стабильность работы	0,15	4/0,6	4/0,6	3/0,45
3. Технические характеристики	0,10	5/0,5	4/0,4	3/0,3
4. Ремонтопригодность	0,20	4/0,8	5/1	4/0,8
5. Продолжительность процесса	0,15	5/0,75	3/0,45	3/0,45
6. Безопасность при использовании установки	0,20	4/0,8	4/0,8	5/1
ИТОГО	1	27/4,95	25/4,75	22/4,2

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p-\text{вар}1} = 4,95;$$

$$I_{p-\text{вар}2} = 4,75;$$

$$I_{p-\text{вар}3} = 4,2.$$

4.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.i}} = \frac{I_{p-\text{исп.i}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}}} \quad (4.18)$$

$$I_{p-вар3} = \frac{4,2}{1} = 4,2, I_{p-вар2} = \frac{4,75}{0,96} = 4,95, I_{p-вар1} = \frac{4,95}{0,93} = 5,32$$

Интегральный показатель эффективности определяет расчетную сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_i}{I_1} \quad (4.19)$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 29).

Таблица 29 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,97	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,95	4,75	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,32	4,95	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Вар. 1/Вар. 3 = 1,18 Вар. 1/Вар. 2 = 1,04	Вар. 2/Вар. 3 = 1,13 Вар. 2/Вар. 1 = 0,96	Вар.3/Вар.2 = 0,88 Вар. 3/Вар. 1= 0,85

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

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 94 дня; общее количество рабочих дней, в течение которых

работал инженер, составляет 58 дней; общее количество рабочих дней, в течение которых работал руководитель, составляет 9,8 дня;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 225908,29 руб;

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

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,91, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,95, по сравнению с 4,2 и 4,75;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,32, по сравнению с 4,2 и 4,95, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

5. Социальная ответственность

Объект исследования – гидрогелей на основе природных полимеров.

Исследования проводились в Государственной научно-исследовательской лаборатории Томского политехнического университета (ауд. 211, корпус 15), оснащенной исследовательским оборудованием в области материаловедения и технологии.

С целью оценки степени безопасности гидрогелей на основе природных полимеров полученных различными способами, и изучения их физико-химических свойств в данном разделе ВКР необходимо рассмотреть правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности; потенциальные вредные и опасные факторы и способы снижения их воздействия; экологическую безопасность научного проекта, а также вопросы безопасности в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Научно-исследовательская работа была выполнена в Научно-образовательном инновационном центре «Наноматериалы и нанотехнологии», ТПУ. Рабочее место, где была выполнена основная работа, находится в 211 аудитории 15 корпуса ТПУ по адресу проспект Ленина, 2Ас1.

Экспериментальные работы проходили на базе одной лабораторий:

лаборатория отделения «Наноматериалов и нанотехнологий», Инженерная школа новых производственных технологий Томского политехнического университета (НМНТ ИШНПТ ТПУ), г. Томск.

Лаборатория укомплектована следующим оборудованием:

- нанораспылительная сушилка Nano Spray Dryer B-90, Швейцария;
- весы аналитические «Acculab ALC-210D4», Германия;
- рН-метр «рН-410 Аквилон», Россия;
- термостат «ТС 1/80-СПУ», Россия;
- магнитная мешалка «MS-3000 Biosan», Латвия;
- спектрофотометр «PD-303 Apel», Япония;
- центрифуга «Centrifuge 5702 Eppendorf», Германия;
- рабочее место, оснащенное ПК;
- шкаф для хранения лабораторной посуды – 3 шт.;
- вытяжной шкаф – 2 шт.;
- шкаф для хранения химикатов – 2 шт.;
- стол с рабочей поверхностью – 4 шт.;
- раковина – 2 шт.

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

Организации должны соблюдать требования Трудового кодекса Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ [13].

Часть деятельности Лаборатории нанотехнологий осуществляется в опасных условиях. Гарантия и вознаграждение таких работников имеют следующие условия:

- умеренное повышение заработной платы;
- Умеренно сократить рабочее время;
- добавить дополнительный оплачиваемый отпуск;
- проводить лечебно-профилактические мероприятия;
- Заранее планируйте распределение трудовых пенсий.

Компенсации и гарантии регулируются Законом о труде Российской Федерации[13], локальными нормативными актами, коллективными договорами и трудовыми договорами.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочее место находится на втором этаже учебного корпуса Томского государственного Томского политехнического университета № 15. Лаборатория представляет собой помещение размером 8 х 5 м высотой 3,2 м, в лаборатории 2 окна (видимый свет), и обычно без перерыва могут работать 4 человека.

При проведении лабораторных работ работник лаборатории находится в положении стоя или сидя. Следовательно, при организации рабочего места лаборанта требуется соблюдение нормативов ГОСТ 12.2.032-78 [14] и ГОСТ 12.2.033-78 [15].

Лаборатория оборудована отоплением и вентиляцией. Для внутренней отделки используются диффузные светоотражающие материалы, а поверхность пола отвечает следующим требованиям: ровная, легко моющаяся, антистатическая, без выбоин. Аптечки первой помощи и огнетушители хранятся в помещении. Расположение столешницы облегчает работу за ней, а также осмотр и обслуживание расположенного на ней оборудования.

5.2 Производственная безопасность

Исследование выполнялось в лаборатории Томского политехнического университета (ауд. 211 15 корпуса). Для проведения исследования применяли низкоскоростная пила, ультразвуковая ванна, сушильная печь, ручной маслопресс, электронные весы, устройство электроимпульсного плазменного спекания, атомно-силовой микроскоп и мультиметр и т. д.

Для идентификации потенциальных факторов использован [16]. Перечень выявленных возможных опасных и вредных факторов представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ ка	Изготовл ение	Эксплуат ация	
1. Превышение уровня шума		+		ГОСТ 12.1.003-2014 [17] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [18] ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ [19]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+		ГОСТ 12.1.005-88 [20] ГОСТ 12.1.007-76.ССБТ [21] СанПиН 1.2.3685-21 [22] ГОСТ 12.4.011-89 [23]
3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+		ГОСТ 12.1.038-82 [24] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [25]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+		СанПиН 1.2.3685-21 [22]

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

5.2.1.1 Анализ показателей шума

Гигиенические нормативы по шуму устанавливает национальным законодательством [17].

В таблице 31 показаны допустимые уровни шума,отраженные в Санитарных нормах [18].

Таблица 31 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическ ая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Работа инженера в лаборатории относится к категории работ с легкой степенью напряжённости и с легкой физической нагрузкой. Для рабочих мест таких работников предельно допустимый уровень шума составляет 80 дБА.

Длительным воздействием шума обуславливается возникновение определенных заболеваний нервной системы.

Воздействие шума, превышающего норму, вызывает замедление зрительно-моторных реакций, снижения слуха и т. п. [26].

Чрезмерный шум плохо влияет на здоровье человека. Например, повышение артериального давления, биохимические изменения структуры головного мозга, замедление зрительно-моторной реакции, снижение слуха, головная боль, шумовая болезнь и др.

Показатели уровня шума в лаборатории соответствуют нормативам.

При превышении норм по шуму требуется принимать меры по снижению уровня шума и защите работников от его воздействия в соответствии с [19], используя в том числе такие меры, как:

- применение противозумных наушников;
- установление звукоизолирующих кабин;
- использование поглотителей звука;

Кроме того, должны быть разумно организованы технологическое оборудование и рабочие места, установлены шумозащитные зоны, разумно организованы режим и режим труда и отдыха персонала.

5.2.1.2 Анализ показателей микроклимата

К микроклимату производственных помещений относится климат внутренней среды этих помещений, который зависит от совместно действующих на организм человека температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Показатели микроклимата производственных помещений – это температура и относительная влажность воздуха, а также скорость движения воздуха [27].

В таблице 32 показаны оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения для категории работ «Лёгкая Ia» по [20].

От влажности воздуха зависит терморегуляция организма: высокая влажность является причиной затруднения терморегуляции, слишком низкая влажность является причиной пересыхания слизистой оболочки дыхательных путей.

Таблица 32 – Требования к микроклимату помещения для категории работ «Лёгкая Ia»

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допусти мая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
		верхняя граница		нижняя граница					
		на рабочих местах							
		посто- янных	не- посто- янных	пос- тоян- ных	не- посто- янных				
Холод-ный	22- 24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
Теплый	23- 25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2

Движение воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека: движение воздуха меньше нормы служит причиной головной боли; движение воздуха больше нормы вызывает переохлаждение и простудные заболевания.

Если температура окружающей среды на рабочем месте высокая, это может привести к перегреву, обмороку, тепловому удару и обезвоживанию. Слишком низкая температура окружающей среды на рабочем месте может привести к переохлаждению, простудным заболеваниям, ослаблению иммунитета, замерзанию [28].

Если исследовательская лаборатория находится в подвале и в комнате нет больших окон. При работе в таком помещении существует опасность недостаточной скорости ветра, серьезного или даже отравления, поэтому исследователи не могут работать в такой среде в течение длительного времени.

В ходе выполнения данной ВКР в лаборатории используется глюконат уксусную кислоту (CHCOOH) / азотную кислоту (HNO₃) / серную кислоту (H₂SO₄). Данные вещества относятся к четвертому классу опасности – малоопасные вещества [21], их ПДК – 2мг/м³ [22].

При превышении ПДК вредных веществ в воздухе у работников лаборатории могут возникнуть такие симптомы, как отравление, головокружение, потеря сознания, потеря памяти. Порошок может вызвать бронхиальную астму и дискомфорт в кишечнике, может вызвать раздражение кожи и глаз. Порошок может вызывать аллергические заболевания. Последствия для человека применения наночастиц, таких как соединения циркония и алюминия, могут быть тяжелыми — это респираторные заболевания с повышенным потенциалом внутренних повреждений, аллергии и раздражения.

Предприятия, производственная деятельность которых связана с опасными веществами, обязаны разрабатывать правила и технические документы по охране труда при производстве, использовании и хранении опасных веществ, осуществлять комплексные меры организационно-технологического, санитарно-гигиенического и биомедицинского характера.

С пудрой необходимо обращаться осторожно. При проветривании помещения необходимо подвергать порошок прямому воздействию поступающего воздуха. Также для снижения запыленности помещений можно использовать следующие мероприятия: соблюдать герметичность оборудования; не допускать скопления осевшей пыли на оборудовании; использовать централизованную систему пневмоочистки для ежедневной уборки помещений и регулярной общей пыли. очистка. Для предотвращения попадания вредных веществ к работникам рекомендуется использовать респираторы, противогазы, маски, очки, перчатки, специальную пылезащитную одежду, защитные пасты и мази [23]. Гигиенические лаборатории контролируют содержание вредных примесей в воздухе и на рабочих местах.

Чтобы обеспечить соответствие показателей микроклимата требуемым нормам, следует проводить измерение показателей микроклимата в соответствии с требованиями, представленными в СанПиН 1.2.3685-21 [22].

С целью поддержания требуемых параметров микроклимата в рабочей зоне, применяется защита от источников теплового излучения, система вентиляции, кондиционирование воздуха, отопление, влажная уборка, увлажнение воздуха, отоплением, влажной уборкой, увлажнением воздуха.

В лабораториях материаловедения требуется выполнение санитарно-гигиенических, медико-биологических и организационно-технических мероприятий:

- вентиляция помещений и очистка воздуха;
- кондиционер;
- локализация вредных факторов;
- отопление;
- автоматические органы управления и сигналы;
- дезодорация воздуха;
- использование дезинфекционного оборудования и препаратов, средств защиты, знаков безопасности;
- Использование перчаток и респираторов в качестве средств защиты рук и органов дыхания [23].

5.2.1.3 Анализ электробезопасности

Электрический ток считается одним из повышенных источников опасности.

В таблице 33 обозначены предельно допустимые значения электрического тока при неаварийном режиме работы электрооборудования [29].

Таблица 33 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

В качестве основных источников поражения электрическим током выделяются поврежденная проводка, розетка, выключатель и открытые металлические участки электроприборов.

К основным причинам воздействия тока на человека относятся следующие ситуации:

1) человек случайно прикасается или приближается на опасное расстояние к токоведущим частям; 2) в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала на металлических частях оборудования появляется напряжение; 3) напряжение появляется на отключённых токоведущих частях, где работают люди, в связи с ошибочным включением установки; 4) провод замыкается на землю, в результате чего появляется шаговое напряжение на поверхности земли [30].

Электричество оказывает на человека следующие четыре воздействия:

1) термическое – приводит к ожогам, нагреву кровеносных сосудов и других органов, вследствие чего в них появляются функциональные расстройства;

2) электролитическое – для электролитического действия тока характерно разложение крови и других органических жидкостей, что приводит к нарушениям их физико-химического состава;

3) механическое – повреждения (разрыв, расслоение и др.) различных тканей организма в результате электродинамического эффекта;

4) биологическое – может являться причиной нарушения и полного прекращения деятельности органов дыхания и кровообращения [31].

Электробезопасность включает следующие технические и организационные средства и мероприятия, предназначенные для обеспечения защиты людей от воздействия тока:

- выполнение электроустановок в соответствии с требованиями электробезопасности;
- использование малого напряжения;
- применение защитного заземления;

– применение электроизоляционных средств.

5.2.1.4 Анализ показателей освещенности рабочей зоны

Таблица 34 содержит нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в лабораториях [22].

Таблица 34 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в лабораториях

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещённости (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение КЕО e_n , %		Совмещённое освещение КЕО e_n , %		Искусственное освещение				
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	Освещённость, лк		Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации и освещённости, КЕО e_n , %, не более	
					при комбинированном освещении	при общем освещении			
						все го	от общего		
Г-0.8	3.5	1.2	2.1	0.7	500	300	400	40	10

Неблагоприятные условия освещения могут являться причиной утомления зрительного анализатора, снижения работоспособности, профессиональных заболеваний [32].

С неблагоприятными условиями освещения связано повышенное утомление и развитие близорукости.

Для правильного освещения в лаборатории необходимо верно выбирать вид освещения, количество и расположение ламп, тип осветительных приборов. Лаборатория должна быть освещена верхним общим освещением.

Расчет освещенности помещения с размерами: длина $A = 8$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 3.2$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м. По нормам освещения и отраслевым нормам освещения в помещении при работе с ПК рекомендуется 300–500 лк при общем освещении.

Определим количество светильников, необходимое для освещения лаборатории при $E = 300$ лк. Общее освещение осуществляется светильниками ARS/R. Оптическая часть светильника ARS/R включает в себя экранирующую решетку, которая выполнена из зеркального алюминия и монтируются к корпусу посредством скрытых пружин. В одном светильнике 4 ЛЛ мощностью по 17 Вт.

– Световой поток лампы $\Phi_d = 1425$ лм.

- Коэффициент отражения стен $R_c = 50 \%$, потолка $R_n = 70 \%$.
- Коэффициент запаса $K_3 = 1,5$.

Высота светильника над рабочей поверхностью h , м, определяется по формуле:

$$h = H - h_c - h_{rp} = 3,2 - 0,8 = 2,4, \quad (5.1)$$

где h_c – расстояние от светильника до потолка, м (при высоте помещения менее пяти метров принимается равной 0 м); h_{rp} – высота рабочей поверхности над уровнем пола, м (принимается равной 0,8 м).

Определим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 8}{2,4 \cdot (5 + 8)} = 1,28 \quad (5.2)$$

Коэффициент использования светового потока: $U = 0,54$. При расчете числа необходимых светильников используем метод светового потока. Их количество рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{U \cdot n \cdot \Phi_{\lambda}} = \frac{300 \cdot 40 \cdot 1,5}{0,54 \cdot 4 \cdot 1425} \approx 6, \quad (5.3)$$

где E – требуемая горизонтальная освещенность, лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; K_3 – коэффициент запаса; U – коэффициент использования; Φ_{λ} – световой поток одной лампы, лм.

Таким образом, количество светильников ARS/R, необходимое для освещения лаборатории при $E = 300$ лк равно 6.

Для нашего помещения необходимо общее количество светового потока:

$$\Phi_{об} = \Phi_{\lambda} \cdot N = 1425 \cdot 6 = 8550 \text{ лм.}$$

Используемое в лаборатории освещение обеспечивает достаточную освещенность рабочей поверхности, освещенность стабильная, без блескости и без теней.

Если необходимо выполнять более тонкие зрительные работы, применяется имеющееся в лаборатории дополнительное местное освещение (светильники, настольные лампы). Специальное оборудование для лабораторных исследований (микроскоп, дифрактометр) снабжено встроенными осветительными приборами.

5.3 Экологическая безопасность

Защита селитебной зоны. При выполнении исследования нет необходимости применения особых средств защиты селитебной зоны. Лаборатория соответствует нормативным документам [33].

Защита атмосферы. Одной из возможных опасностей для окружающей среды при разработке гидрогелей на основе природных полимеров является улетучивание уксусной кислоты. Для получения гидрогелей на основе природных полимеров к 20 мл 2% уксусной кислоты добавляли 400 мг хитозана вместе с другими исследуемыми веществами. Средства защиты атмосферы от выбросов включают очистку от примесей в специальном оборудовании, таком как циклоны, улавливающие частицы размером более 5 мкм с эффективностью до 0,95, рукавные фильтры – улавливающие частицы размером более 0,1 мкм с эффективностью до 0,999. ; Диффузия чистых выбросов в атмосферу. Количество пара, присутствующего в период исследования, не превышало ПДК [22].

Защита гидросферы. Для приготовления гидрогелей на основе природных полимеров необходимые материалы и отходы после использования могут быть хорошо собраны и переработаны, но сброс избыточных химикатов все же может нанести ущерб потреблению этой воды людьми, животными и растениями. Для создания замкнутой системы водоснабжения производственные сточные воды очищают до требуемого качества механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами. Сточные воды с органическими растворителями очищают экстракцией, ректификацией, абсорбцией, обратным осмосом и ультрафильтрацией. Отходы, образующиеся в процессе исследования, имеют очень малую концентрацию в воде и не наносят вреда окружающей среде.

Защита литосферы. При приготовлении гидрогелей на основе природных полимеров частицы металлов, используемые для измерения эффективности ингибиторов коррозии, превращаются в твердые отходы. Поступая в литосферу, порошкообразные материалы могут изменять микробную и ферментативную активность почвы, положительно взаимодействуя с организмами, обитающими в этой среде. Утилизация отходов должна осуществляться в соответствии с действующим законодательством. Твердые отходы и порошковые системы собираются в специальные сборники и вывозятся на уничтожение. Утилизацию одноразовых средств индивидуальной защиты следует размещать в специальных герметичных контейнерах.

Таким образом, можно сказать, что в работе применены малоотходные технологии, исключающие попадание в атмосферу, гидросферу и литосферу вредных веществ в количестве, превышающем ПДН.

5.4Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации являются совокупностью опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций подразделяют на 2 категории: 1) внешние – стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов и т.д.; 2) внутренние – сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина и т. п.

В лаборатории наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера. ЧС техногенного характера называются ситуации, возникающие в результате производственных аварий и катастроф на объектах; пожаров, взрывов на объектах; загрязнения атмосферы отравляющими веществами. Следствием ЧС техногенного характера могут быть внезапное обрушение зданий и сооружений, нарушение работы энергетических сетей, коммунального жизнеобеспечения, очистных сооружений, технологических линий и т. д.

В случае возникновения ЧС в лаборатории необходимо выполнить следующий комплекс мероприятий:

- 1) эвакуировать людей;
- 2) укрыть людей в защитных сооружениях;
- 3) обеспечить людей индивидуальными средствами защиты;
- 4) организовать медицинскую помощь пострадавшим.

Наиболее распространенной вероятной ЧС в лаборатории называют пожар.

Помещение лаборатории по степени пожароопасности относится к классу П-П, т. к. в нем присутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии [34].

Пожар может быть вызван как электрическими, так и неэлектрическими факторами.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня); самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудникам лаборатории следует пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники должны знать расположение средств пожаротушения и должны уметь ими пользоваться;
- в) требуется, чтобы был обеспечен правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

При возникновении пожара следует придерживаться следующих планов эвакуации:

Если возгорание небольшое, вовремя закройте его мокрой тряпкой или песком, либо сразу потушите огонь пенным огнетушителем.

Если пожар на испытательном стенде небольшой, его необходимо вовремя эвакуировать.

Во время эксперимента действительно возможен пожар, мы должны сохранять очень спокойное состояние и активно бороться с этими вещами.

Если в организации возник пожар, то после его ликвидации определяется возможность дальнейшего использования оборудования и имеющихся коммуникаций. В лаборатории исследовательское оборудование, трубопроводы, электрооборудование проверяются на соответствие их состояния нормам пожарной безопасности. В случае отсутствия повреждений можно продолжать работу [35].



Рисунок 16 – План эвакуации этажа

Выводы по разделу

В результате исследований, проведенных в рамках раздела «Социальная ответственность», исследования по использованию гидрогелей на основе природных

полимеров в качестве модельных сред для изучения коррозии металлов рассматриваются правовые нормы трудового законодательства.

Проанализированы основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе исследований в лаборатории, при разработке и эксплуатации проекта, как: показатели микроклимата, уровень шума, освещенность рабочей зоны, значения опасности электрической цепи, потенциальные опасности пожара. Были описаны мероприятия по снижению уровней воздействия данных факторов.

Рассмотрен характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. В процессе выполнения исследования было выявлено, что микропорошок и отходы, полученные в ходе исследований, не оказывали влияние на гидросферу и литосферу. Во избежание загрязнения окружающей среды отходы утилизировались в строгом соответствии с соответствующими документами.

Проанализированы природные и технические чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть в лаборатории. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций были разработаны превентивные меры, а также разработаны процедуры для обработки чрезвычайных ситуаций. Таким образом, при проведении лабораторных исследований могут применяться требования и меры, указанные в работе, а также порядок действий при чрезвычайных ситуациях также может быть задействован на производстве.

Выводы

1. Получены гидрогели на основе хитозана, наночастиц карбоната кальция и различных добавок (полиэтиленгликоль, лимонная кислота, глицерин).
2. Показано, что лимонная кислота и глицерин позволяют получать прозрачные матрицы без фазового расслоения. Гели с глицерином обладают большей пластичностью.
3. На основании данных гравиметрии и ИК-спектроскопии установлено, что лимонная кислота обеспечивает сшивающий эффект на уровне ковалентных связей (смещение полосы ν –NH на 200 см^{-1}); глицерин дает сшивающий эффект на уровне межмолекулярных взаимодействий (уширение ν –NH).
4. Выявлено, что гели окрашиваются в зеленый цвет при контакте с бронзой и в желтоватый при контакте со сталью, при этом сама полимерная матрица не приводит к коррозии металла.
5. Выбрана оптимальная реализация исследовательской схемы.
6. В ходе лабораторного исследования проанализированы основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации объекта. Рассмотрен характер воздействия проектного решения на окружающую среду. Проведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в лабораторных условиях.

Список используемых источников

- [1] Седякина Н.Е. Получение и исследование свойств хитозановых микросфер как систем контролируемой доставки инсулина. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. химич. наук, РХТУ. М. 2015.С.182.
- [2] Новикова И.В. Биосовместимые аэрогели на основе хитозана. Курсовая работа, МГУ. Л. 2015.С.17.
- [3] Ping Sun. Приготовление модифицированного ЭДТА магнитного аттапульгитового гелевого адсорбента хитозана для удаления Cu (II), Pb (II) и Ni (II) //International Journal of Biological Macromolecules. – 2021. – Т.211.,– С.1138 – 1149.
- [4] Чжао Ган. Получение и электромеханические свойства хитозанового гелевого полимерного актуатора на основе термической обработки. Sensors and Actuators A: Physical. – 2018. – Т.279.,– С.481 – 492.
- [5] Цинь Лэй. Приготовление нанолстов монтмориллонита с ионным отпечатком / шариков хитозанового геля для селективного извлечения Cu (II) из сточных вод//Chemosphere. – 2020. – Т. 252., – С. 126 – 135
- [6] Santosh Kumar. Приготовление и определение характеристик композитного биоматериала, включающего хитозановый гель, нагруженный микро / наночастицами крахмала//International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Т.211., – С. 145 - 169.
- [7] Dorsa Dehghan Baniani. Приготовление и характеристика композитного биоматериала, включающего крахмальный гель с микро/наночастицами, загруженный хитозаном// Carbohydrate Polymers. – 2017. – Т.174., – С. 633 - 645.
- [8] Чжао Куй, Ход исследований и применение водных продуктов на основе ракушек. Наука, технологии и инновации//– 2020. – Т.03., – С. 150 - 153.
- [9] Замышляева О.Г, Методы исследования современных полимерных материалов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 90 с.
- [10] В. А. Петрова,Получение и анализ структуры мультислойных композитов на основе полиэлектролитных комплексов // Кристаллография. – 2016, – Т.61, – С. 910–918.
- [11] Ван Мянъ. Инфракрасный спектроскопический анализ производных хитозана // Артикул. – 2001, – Т.1004, – С. 02 – 15.
- [12] Тан Цзюнь, Прямое определение глицерина методом инфракрасной спектроскопии нарушенного полного отражения // Лаборатория спектроскопии. – 2006, – Т.23, – С. 377–379.

[13] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019).

[14] ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).

[15] ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).

[16] ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (дата введения: 01.03.2017).

[17] ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (дата введения: 01.11.2015).

[18] СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г.)

[19] ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация (дата введения: 01.07.1981).

[20] ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения: 01.01.1989).

[21] ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (дата введения: 01.01.1977).

[22] СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. Постановлением № 2 от 28 января 2021 г.).

[23] ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация (дата введения: 01.07.1990).

[24] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов (дата введения: 01.07.1983).

[25] ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (дата введения: 01.01.2011).

[26] Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Карачаево-Черкесской республике. – 2011. – URL: <http://09.rospotrebnadzor.ru/content/vliyanie-shuma-na-organizm-cheloveka> (дата обращения: 01.11.2021).

[27] Микроклимат на рабочем месте [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области – Кузбассу. – 2016. – URL: <http://42.rospotrebnadzor.ru/content/874/54136/> (дата обращения: 15.11.2021).

[28] Мушников, В. С. Условия труда работающих: влияние нагревающего микроклимата промышленных помещений на организм человека: Методическая разработка / В. С. Мушников, В. В. Вьюхин, В. И. Лихтенштейн, Л. Г. Турчанинов. – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 22 с.

[29] ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов (дата введения: 01.07.1983).

[30] Назаренко, О. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О. Б. Назаренко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 144 с.

[31] Куликов, Г. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Г. Б. Куликов. – М.: МГУП, 2010. – 408 с.

[32] Михалёва, К. А. Влияние параметров световой среды на здоровье человека / К. А. Михалёва [Электронный ресурс] // Городской округ Верхотурский. – 2017. – URL: <http://adm-verhotury.ru/social/helth/media/2017/10/16/vliyanie-parametrov-svetovoj-sredyi-na-zdorove-cheloveka/> (дата обращения: 24.01.2022).

[33] СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (с изменениями на 14 февраля 2022 года).

[34] ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (с изменениями от 30 апреля 2021 года).

[35] ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности (утв. Министерством химической промышленности 25 июля 1979 г.)