

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 (специальность) Материаловедение и технологии материалов  
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка бактерицидных композиционных материалов на основе оксида алюминия и наночастиц серебра</b>

546.57:539.12-022.532:615

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б62	Чжоу Линь		

Руководитель ВКР

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

Нормоконтроль

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И. В.	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор (ОКД, ИШНКБ)	Сечин А. И.	Д.Т.Н		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Овечкин Б.Б.	к.т.н., доцент		
Доцент ОМ ИШНПТ	Лямина Г.В.	К.Х.Н		

Томск – 2020 г.

## Результаты обучения по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

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

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов  
Отделение школы Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ **Б.Б. Овечкин**  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б62	Чжоу Линь

тема работы:

<b>Разработка бактерицидных композиционных материалов на основе оксида алюминия и наночастиц серебра</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 59-87/С от 28.02.2020
Срок сдачи студентом выполненной работы:	29 мая 2020 года

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	Получить системы на основе оксида алюминия и серебра методом распылительной сушки для применения в качестве антибактериальной системы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Выполнить литературный обзор по трем направлениям: синтез наночастиц оксида алюминия; инертные носители лекарственных препаратов; получение и свойства серебра. 2. Синтезировать сферические частицы оксида алюминия из суспензий методом нанораспылительной сушки. 3. Изучить процесс кристаллизации нанопорошков методом ТГ-ДСК анализа. 4. Оценить фазовый состав и морфологию порошков. 5. Провести осаждение серебра на инертный носитель 6. Определить антибактериальную активность полученных систем в пектиновых средах

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И. В. Доцент к.т.н
Социальная ответственность	Сечин А. И. Профессор (ОКД, ИШНКБ) Д.Т.Н

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б62	Чжоу Линь		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
154Б62	Чжоу Линь

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение Школа</b>	<b>ОМ</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
--	--

<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
--	---

<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
---	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Анализ конкурентоспособности</i>
---	-------------------------------------

<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
---	--

<i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
---	--------------------------------------

<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный показатель ресурсоэффективности.</i>
---	--

**Перечень графического материала**

Оценка конкурентоспособности ИР Диаграмма Ганта Бюджет НИ Основные показатели эффективности НИ
---

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		10.02.20

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
154Б62	Чжоу Линь		10.02.20

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
154Б62	Чжоу Линь		
<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОМ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	22.03.02 Материаловедение и технологии материалов

Тема ВКР:

<b>Разработка бактерицидных композиционных материалов на основе оксида алюминия и наночастиц серебра</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект: Получение оксида алюминия методом распылительной сушки Область применения: носителя на основе оксида алюминия и серебра
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Превышение уровня шума. 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. 5. Чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы). Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы). Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Авария, взрыв, пожар

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
154Б62	Чжоу Линь		

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

---

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов  
Отделение школы Отделение материаловедения

Уровень образования: бакалавриат  
Период выполнения: весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

**Бакалаврская работа**

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.04.2020	Литературный обзор	20
30.05.2020	Выполнение эксперимента по теме работы	30
15.06.2020	Обсуждение результатов и оформление работы	50

Составил преподаватель:

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	Овечкин Б.Б.	к.т.н., доцент		

## Реферат

*Выпускная квалификационная работа:* 70 с., 13 рис., 27 табл., 30 источников.

*Ключевые слова:* композиционные порошки, оксид алюминия, серебро, нанораспылительная сушка, носитель лекарственных препаратов.

*Объектом исследования являются:* композиционные порошки на основе серебра и оксида алюминия, полученные на установке Nano Spray Dryer B-90 методом распылительной сушки.

*Цель работы* – получить системы на основе серебра и оксида алюминия методом распылительной сушки для применения в качестве антибактериальной системы.

*В процессе исследования:* установлено, что использование нитрата алюминия для подготовки суспензий обеспечивает максимальные значения удельной поверхности оксида алюминия. В зависимости от температуры отжига и скорости нагрева его можно менять от 20 до 350 м<sup>2</sup>/г.

Методы исследования дифференциальная сканирующая калориметрия, гравиметрия, метод БЭТ, рентгенофазовый анализ (РФА), сканирующая электронная микроскопия, спектрофотометрия.

*В результате* исследований синтезированы и исследованы композиционные порошки оксид алюминия–серебро на установке Nano Spray Dryer B-90.

*Степень реализации:* НИР

*Сфера применения:* синтезированные системы можно применять в качестве носителей для адресной доставки лекарственных препаратов

*Экономические преимущества:* системы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ag имеют более простые и дешевые технологии получения носителей лекарственных препаратов.

## **Список условных сокращений.**

БЭТ-Метод предложен Брунауэром, Эмметом и Теллером;

РФА-рентгенофазовый анализ;

ТГ/ДСК-метод термического анализа;

СЭМ-сканирующий электронный микроскоп;

ПЭМ-просвечивающий электронный микроскоп;

РЭМ-растровый электронный микроскоп;

КДЛ-контролируемых систем доставки лекарств;

УФ-ультрафиолет;



## Содержание

Введение.....	11
1 Литературный обзор .....	13
1.1 Носители лекарственных препаратов .....	13
1.1.1 Общие сведения о носителях .....	13
1.1.2 Керамические частицы в качестве носителей .....	15
1.2 Сведения об оксиде алюминия .....	18
1.3 Бактерицидные свойства серебра .....	21
2. Экспериментальные методики.....	23
2.1. Приборы и материал .....	23
2.2 Получение порошка $Al_2O_3$ .....	23
2.3 Получение порошка $Ag$ .....	25
2.4 Исследование порошков.....	25
3. Результаты и их обсуждение.....	28
3.1 Получение $Al_2O_3$ и изучение его свойств.....	28
3.2 Осаждение $Ag$ на носители $Al_2O_3$ , $Al_2O_3 - MgO$ .....	31
3.3 Антибактериальная активность $Al_2O_3/Ag$ .....	36
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	38
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	38
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	38
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	39
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	39
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	41
4.3 Бюджет научно-технического исследования .....	46

4.3.1 Расчет материальных затрат нти .....	46
4.3.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .	47
4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	48
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	49
4.3.5. Накладные расходы.....	50
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	51
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	51
5 Социальная ответственность .....	54
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	54
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства .....	54
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя .....	54
5.2 Производственная безопасность.....	55
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	55
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего .....	62
5.3 Экологическая безопасность.....	63
Выводы .....	67
Список используемых источников.....	68

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема, на решение которой направлено исследование – поиск современных антибактериальных препаратов, способных в ряде случаев заменить антибиотики.

Исследования уникальных свойств наноматериалов в микробиологии открыли новые горизонты для разработки будущих противомикробных препаратов. Например, наночастицы оксидов металлов проявляют бактерицидные свойства для инактивации широкого спектра патогенных микроорганизмов. В качестве примеров оксидов металлов с бактерицидными свойствами можно привести оксид цинка, диоксид титана, оксид серебра и оксид меди [1,2]. Наряду с оксидами металлов используют меаллические наночастицы, в частности серебро.

Эффективность воздействия серебра в 35 раз превышает современные антибиотики, которые, выполняя антибактериальную функцию, вызывают аллергию, нарушение микрофлоры, обладают токсичным воздействием. Решить эту проблему можно созданием препаратов с пролонгированным действием, например, осаждением активного компонента на носитель или включением в капсулы. Для серебра, однако, эта проблема остается до сих пор не решенной.

В нашей работе мы предлагаем использовать оксид алюминия, полученный на установке нанораспылительной сушки в качестве носителя [3]. В чем преимущества материала, получаемого с помощью такой технологии? Во-первых, частицы носителя сферические, имеют небольшой разброс по размерам. Размеры частиц можно менять за счет размера сопла установки. Во-вторых, за счет состава исходного раствора и температуры обработки можно создавать различную морфологию носителя. И, в-третьих, нанокристаллиты очень прочно связаны внутри частицы между собой, что позволяет избежать неконтролируемой диффузии мелких частиц в организм.

Для снижения токсичности активного вещества в работе предложено использовать оксид серебра, который будет восстанавливаться в процессе функционирования

Цель работы: получить системы на основе оксида алюминия и серебра методом распылительной сушки для применения в качестве антибактериальной системы.

Задачи работы:

1. Выполнить литературный обзор по трем направлениям: синтез наночастиц оксида алюминия; инертные носители лекарственных препаратов; получение и свойства серебра.
2. Синтезировать сферические частицы оксида алюминия из суспензий методом нанораспылительной сушки.
3. Изучить процесс кристаллизации нанопорошков методом ТГ-ДСК анализа.
4. Оценить фазовый состав и морфологию порошков.
5. Провести осаждение серебра на инертный носитель
6. Определить антибактериальную активность полученных систем в пектиновых средах

## **1 Литературный обзор**

В связи с выбранной темой исследования в литературном обзоре были описаны следующие направления: вещества, использующиеся как носители лекарственных препаратов, сведения об оксиде алюминия и бактерицидные свойства серебра.

### **1.1 Носители лекарственных препаратов**

#### **1.1.1 Общие сведения о носителях**

Неорганические наноструктурированные оксидные материалы нашли широкое применение в качестве контролируемых систем доставки лекарств (КДЛ). Наиболее важным преимуществом неорганических наноструктурированных материалов, как КДЛ является то, что их структуры способны противостоять деградации и, следовательно, облегчить выпуск лекарственного препарата в необходимое время и в необходимых количествах в отличие от других форм КДЛ, таких как липосомы или полимеры, которые деградируют преждевременно и приводят к плохой эффективности.

Мезопористый материал, такой как MCM-41, был использован в качестве КДЛ в 2001 году группой Vallet-Regi и др. С тех пор значительные усилия были направлены на синтез мезопористых материалов (Мичиганский государственный университет) для использования в качестве КДЛ. Мезопористые материалы имеют несколько привлекательных особенностей, таких как (а) стабильная пористая структура (б) большая площадь поверхности (с) Перестраиваемые размеры и объемы пор и (д) более легкая химическая функционализация поверхности. Все эти особенности помогают в более эффективной манипуляции с загрузкой и высвобождением лекарства. Эти особенности также делают мезопористые материалы универсальными носителями для различных биомакромолекул, таких как белки.

В работе [4] было показано, что наиболее эффективным способом контроля выпуска препарата из мезопористых материалов является

оптимизация препарата – поверхностное взаимодействие с помощью подходящих по размеру пор. Для того чтобы достигнуть поставленной цели как КДЛ был выбран коммерческий мезопористый глинозем с широким распределением пор. Влияние различных поверхностных химических групп на поглощение ибупрофена и высвобождение лекарства изучали с помощью РФА, ТГ, ДСК-анализа, ИК и УФ-видимой спектроскопии.

В работе [5] посвященной трепонемотидным эффектам сальварсана, немецкий иммунолог П. Эрлих рассматривал возможность синтеза в будущем высокоизбирательных препаратов, обладающих более сильным воздействием на патогенные микроорганизмы и при этом не оказывающих токсического влияния на организм. Существуют две стратегии адресной доставки лекарственных препаратов к поврежденным тканям: пассивная и активная (рисунок 1.1)

На рисунке 1.2 показаны пять видов носителей лекарственных препаратов. Водорастворимые полимерные носители, показанные в (1), включают природные полимеры, такие как антитела и синтетические полимеры. Эмульсии включают небольшие капли масла, стабилизированные монослоем амфифильного вещества на поверхности. Наносферы представляют собой твердые мелкие частицы, изготовленные из натуральных или синтетических полимеров. Разница между каплями в эмульсиях и наносферами является агрегатное состояние среды: жидкость для эмульсий и твердое для наносфер. Четвертый тип системы носителя липосомы. Это везикул с двухслойными липидами, которые имитируют клеточные мембраны. Пятый тип - полимерная мицелла. Полимерные мицеллы представляют собой сборку полимеров (обычно состоящих из десятков или сотен полимерных цепей) с сферическим внутренним ядром и внешней оболочкой. [6]

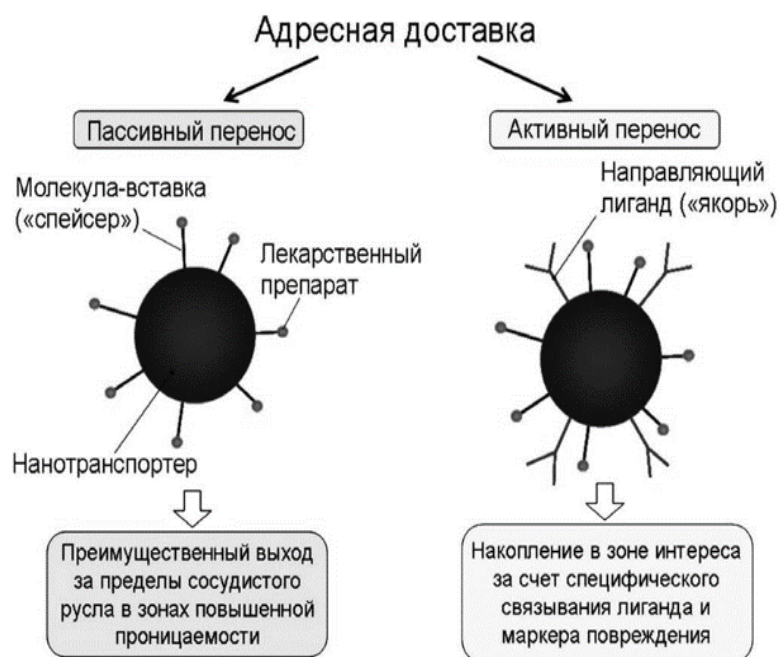


Рисунок 1.1. – Направленная доставка лекарственных препаратов: пассивный и активный перенос [5]

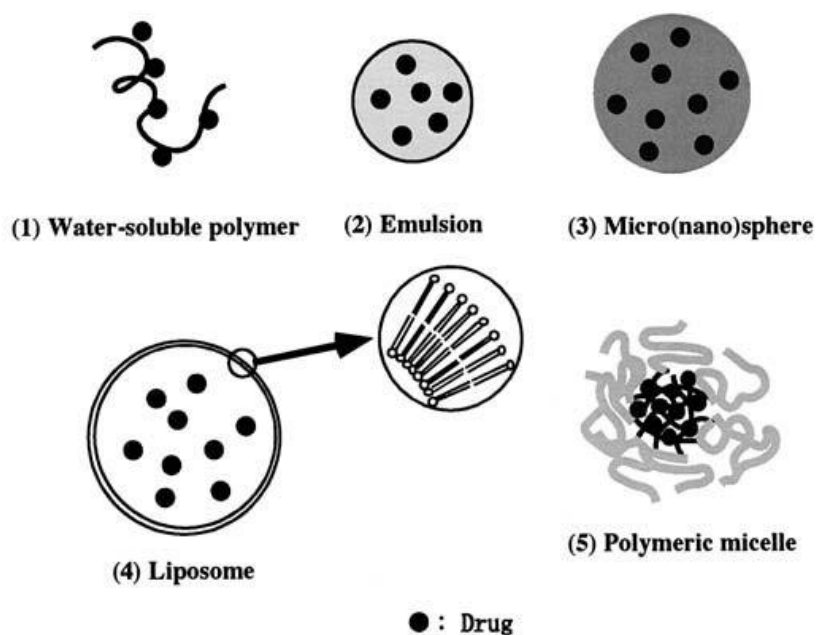


Рисунок 1.2. – Виды носителей лекарственных препаратов [6]

### 1.1.2 Керамические частицы в качестве носителей

Использование твердых частиц в качестве переносчиков (в отличие от двухмерных покрытий или трехмерных) имеют различные преимущества для использования в доставке лекарств и, вероятно, являются наиболее распространенными на сегодняшний день.

Твердые частицы могут легко перемещаться в различных системах организма (таких как кровеносные сосуды, пищеварительный тракт, через клеточные мембраны и т.д.) и, таким образом, могут доставлять лекарства минимально инвазивными методами так же, как их полимерные аналоги.

Они также обладают большими соотношениями площади поверхности к объему (или площади поверхности к массе), которые обеспечивают высокую полезную нагрузку на наркотики и длительный профиль высвобождения лекарств. Еще одним плюсом является то, что с точки зрения процесса и производства твердые частицы также легко изготовить и недорого производить, особенно с точки зрения массового производства.

Достижения в области нанотехнологий позволяют производить наночастицы с высокой чистотой и чрезвычайно высоким отношением поверхностного объема, а также контролировать размер, форму или пористость частиц. Кроме того, наночастицы служат лекарственными носителями, которые помогают клеткам поглощать целевые лекарства.

Исследования показали, что наночастицы диаметром от 10 до 70 Нм могут проникать в капилляры и достигать тканей или органов. Высокая удельная поверхность наночастиц может еще больше повысить эффективность загрузки и стабильность препарата.

Кроме того, нанотехнологии предлагают целый ряд новых подходов к борьбе с незаконным оборотом наркотиков во всем организме, в рамках которых фармацевтические препараты могут быть выпущены точно, своевременно, целенаправленно или экологически чувствительными способами. Например, недавно был разработан термальный наноколлоид, который может помочь в лечении опухолей. Он имеет двойную способность: он может нацеливать опухолевые клетки и выделять ДНК (противоопухолевые препараты), встроенные в доксорубин, для борьбы с перепадами температуры более 34 градусов.

Керамические наночастицы обладают рядом уникальных свойств по сравнению с полимерными или металлическими наночастицами.



Во-первых, керамические наночастицы, как правило, имеют более длительное время биodeградации, что важно для распространения высвобождения лекарств. Керамическая матрица может длиться долгое время после введения.

Во-вторых, в отличие от полимеров, керамические наночастицы не расширяются или не изменяют пористость в окружающей среде человека и более стабильны при изменении pH или температуры.

В-третьих, керамические наночастицы могут иметь тот же химический состав, кристаллическую структуру и размеры, что и компоненты ткани-мишени (например, различные типы фосфата кальция в кости). Они повышают биологическую активность и биосовместимость материала еще до выпуска препарата[7].

Эти причины свидетельствуют о том, что керамические наночастицы более применимы к лекарственным носителям, чем полимеры.

Таблица 1 – Применение керамических наночастиц для КДЛ

Керамика	Структурная особенность	Приложений
Фосфат кальция	Полые апатитные наносферы	Открытый выпуск наркотиков качается через звуковые волны
	Апатитские нанокристаллы	Улучшение адсорбции белка и продление дезорпирования
	Нанокompозитов	Улучшение передачи генов и контроль степени передачи генов
Оксид железа	Наночастиц	Высвобождение препарата, контролируемое магнитным нагревом; Многофункциональные носители лекарственных средств с возможностями визуализации и таргетинга
	Феррофлюиды	Коллоидные растворы оксида железа ос покрытиями таргетинговых молекул для доставки лекарств
Кремнезем	Наночастиц	Фотосенсибилизатор для фотодинамической терапии (PDT)
	Полые наносферы	Повышение емкости применительно к лекарствам

Керамика	Структурная особенность	Приложений
	Полые нанотрубки	Повышение емкости применительно к лекарствам и биосовместимость системы доставки лекарств; Доставка генов
Оксид титана	Нанотрубки	Повышение емкости применительно к лекарствам и продление выпуска лекарств
Глинозем	Полые нанооболочки	Агенты по загрузке лекарств
Карбонат кальция	Полые сферы	Направление выпуска лекарств и диагностические маркеры
Слоистые двойные гидроксиды (LDH)	Анионические наноклавы $(M^{2+}_{1-x} M^{3+}_x (OH)_2) \cdot (A^{m-})_{x/m} \cdot nH_2O$ ; М: Металлические катионы и А: Межслойные анионы	Высокоэффективные биоресорбируемые платформы доставки лекарств и генов

## 1.2 Сведения об оксиде алюминия

Алюминий ( $Al_2O_3$ ) является одним из наиболее широко используемым керамическим оксидом, обладающим такими свойствами, как химическая инертность, неволатильность, устойчивость к окислению и коррозии и биосовместимости.

Свойства частиц  $Al_2O_3$ , как полагают, зависят от размера частиц, морфологии, поверхности и однородности фазы, и они могут контролироваться путем выбора правильного способа синтеза.  $Al_2O_3$  существует в широком диапазоне полиморфов ( $\alpha$ ,  $\chi$ ,  $\eta$ ,  $\delta$ ,  $\kappa$ ,  $\theta$ ,  $\gamma$ ,  $\rho$ ). Среди всех из них нанокристаллы  $\gamma-Al_2O_3$  являются особенно важными наноразмерными материалами, так как  $\gamma-Al_2O_3$  обладает необходимыми свойствами, такими как высокая площадь поверхности, термическая, механическая и химическая стабильность, кислотными свойствами Льюиса и пористостью. Эти характеристики делают его пригодным для использования в качестве фармацевтического носителя[8].

Наноразмерный  $Al_2O_3$  имеет большую удельную поверхность и низкую

токсичность благодаря своим уникальным свойствам на уровне наночастиц. Поэтому оксид алюминия очень подходит в качестве катализатора и носителя.

Широкое применение глинозема обусловлено его модифицированными структурными особенностями, которые, в свою очередь, определяют дисперсность и поверхностное состояние оксидов. Основные характеристики глинозема (количество и свойства примесей, фазовый состав, кислотно-щелочные поверхностные свойства, размеры, удельная площадь поверхности, объем пор и их размерное распределение, физико-механические свойства) связаны со структурой и морфологией исходного гидроксида.  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  являются наиболее распространенными оксидами, которые нашли реальное практическое применение.

Наноразмерный  $\text{Al}_2\text{O}_3$  имеет большую удельную поверхность и низкую токсичность благодаря своим уникальным свойствам на уровне наночастиц. Поэтому оксид алюминия очень подходит в качестве носителя. Использование наноксида алюминия для замены фуллеренов в качестве контейнеров для лекарственных средств является одним из направлений исследований. Носитель может функционировать в качестве матрицы, стимулировать химическую активность функциональной группы лекарственного средства и оказывать целевую функцию его доставки.

Существует много способов приготовления наноразмерных порошков  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Твердофазные методы просты в исполнении и имеют высокий выход, но цикл производства слишком длинный, а морфологию и размер порошков трудно контролировать. Жидкофазный метод может в некоторой степени компенсировать недостаток твердофазного метода и позволяет получать высокочистые частицы  $\text{Al}_2\text{O}_3$  малого диаметра и регулярной структуры, что является широко используемым методом получения. Жидкофазный метод в основном включает химические методы соосаждения, гидротермальный метод, микроэмульсионный метод, золь-гель метод и высокотемпературный метод термического разложения.

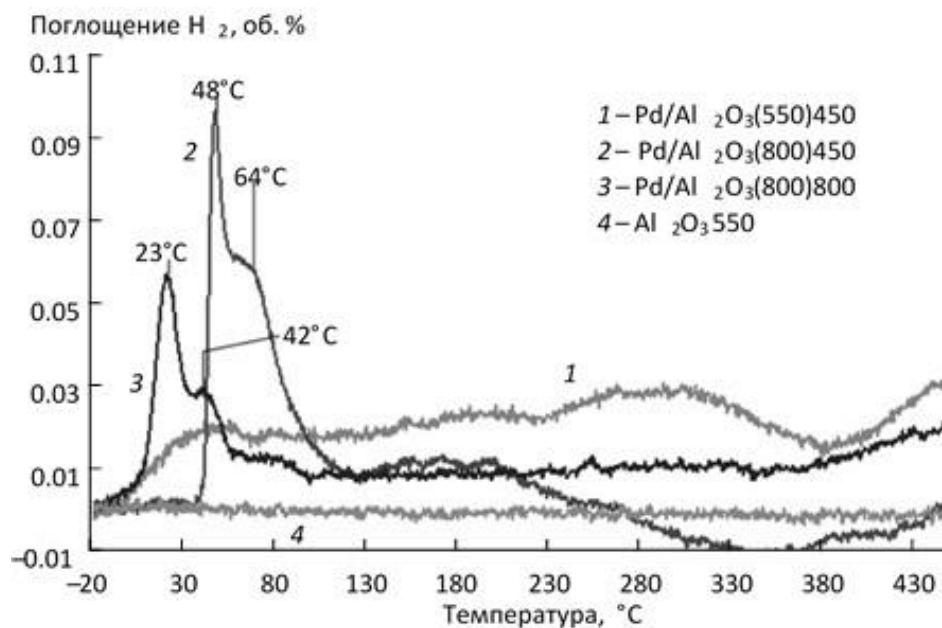


Рисунок 1.3. — Зависимость поглощения водорода в ходе ТПВ( $H_2$ ) катализаторов, различающихся  $T_{\text{прок}}$  носителя и катализатора:  $Pd/Al_2O_3(550)450$  (1),  $Pd/Al_2O_3(800)450$  (2),  $Pd/Al_2O_3(800)800$  (3) и  $\gamma-Al_2O_3(550)$  (4).

Характер восстановления катализаторов в режиме температурнопрограммированного восстановления (ТПВ) зависит от  $T_{\text{прок}}$  носителя (рис. 2). Профиль ТПВ( $H_2$ ) образца  $Pd/Al_2O_3(550)450$  не содержит четко выраженного максимума, что свидетельствует о прочной связи палладия с носителем, и восстановление палладия, повидимому, будет происходить при более высоких температурах. На кривой ТПВ( $H_2$ ) катализатора  $Pd/Al_2O_3(800)450$  присутствуют два пика с максимумами при 48 и 64°C. Наличие двух пиков в восстановлении  $PdO$  приписывают присутствию двух оксидных фаз, поразному взаимодействующих с поверхностью носителя. Более мелкие частицы  $PdO$  взаимодействуют сильнее с носителем, что приводит к повышению температуры восстановления. К аналогичному выводу приходят в работе, показывая, что более сложный профиль восстановления указывает на различные типы взаимодействия  $Pd$ –носитель. Однако, поскольку отношение поглощенного  $H_2/Pd$  для рассматриваемого катализатора составляет 1.09, основным состоянием палладия на поверхности носителя является  $PdO$ ; следовательно, возможно, что первый пик относится к

восстановлению агрегатов оксида палладия, а второй – к восстановлению оксидных кластеров. Таким образом, снижение температуры восстановления палладия в  $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3(800)_{450}$  по сравнению с  $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3(550)_{450}$  свидетельствует о меньшей степени взаимодействия палладия с носителем. [9]

Это исследование показывает, что  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  может лучше адсорбировать лекарства.

### 1.3 Бактерицидные свойства серебра

В древние времена люди знали серебро. До изобретения антибиотиков соединения, связанные с серебром, использовались для предотвращения инфекций во время Первой мировой войны. Однако с появлением антибиотиков интерес к серебру постепенно снижался. В то же время широкое применение антибиотиков выявило некоторые его негативные стороны. Во-первых, появление и быстрое распространение устойчивых к антибиотикам штаммов микроорганизмов требует разработки новых антибиотиков. Во-вторых, антибиотики негативно влияют на весь макроорганизм, провоцируют бактериальные дисбактериозы, снижают иммунный статус. В-третьих, антибиотики не влияют на вирусы. Все это побуждает людей искать новые лекарства. В связи с этим весьма перспективны препараты, содержащие серебро. В последнее время исследования показали, что они обладают противовирусной активностью, а комплексы серебра могут работать синергически с сульфаниламидами и другими лекарственными средствами для повышения эффективности. Молекулярно-биохимическая основа антибактериальной активности серебра и его препаратов достаточно сложна и связана с биохимическим и каталитическим действием ионов серебра на бактериальные ферменты, белки и мембранные структуры. Ионы и соединения серебра токсичны для некоторых бактерий, вирусов, водорослей и грибов, но практически абсолютно безвредны для человека. Этот бактерицидный эффект серебра позволяет ему убивать живое существо за пределами живого тела. Таким образом, соединения серебра хорошо подходят для лекарственных

носителей[10].

Кроме того, в последнее время повышается интерес к серебру не только благодаря его мощным антибактериальным и противовирусным свойствам, но и благодаря тому, что серебро является микроэлементом, необходимым для нормального функционирования органов и систем в организме, а также обладает иммуномодулирующими свойствами.

Исследования показали, что степень вреда серебра для различных патогенных и непатогенных организмов различна. Патогенная микрофлора более чувствительна к ионам серебра, чем непатогенная микрофлора. Таким образом, больше серебра убивает вредные бактерии.

Механизм действия серебра на микробные клетки заключается в том, что ионы серебра поглощаются клеточными мембранами микроорганизмов, что позволяет нарушать некоторые функции их клеток, такие как деление (эффект пастеризации). Спектр антибактериального действия серебра намного шире, чем у многих антибиотиков и сульфаниламидов. Серебро оказывает более сильное антибактериальное действие, чем пенициллин, Биомицин и другие антибиотики, и оказывает разрушительное действие на антибиотикорезистентные штаммы (виды) бактерий.

Механизм борьбы серебра с одноклеточными (бактериальными) и неклеточными микроорганизмами (вирусами) заключается в следующем: серебро реагирует с клеточными мембранами бактерий, Бактерии представляют собой структуру специальных белков, Объединенных аминокислотами для обеспечения механической прочности и стабильности. Поскольку ионы серебра могут образовывать сильные связующие связи с веществом, которое некоторые микроорганизмы используют для дыхания (например, некоторые молекулы, содержащие кислород, серу и азот), эти вещества не могут быть использованы микроорганизмами, что приводит к удушению микробов[11].

Несмотря на то, что ионы серебра имеют хорошую медицинскую ценность, испытания и стандартизация серебряных изделий могут быть

затруднены.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ

### 2.1. Приборы и материал

В работе использовали приборы и материалы, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1–Приборы и материалы

Приборы	Реактивы
<ul style="list-style-type: none"><li>•Распылительная сушка Nano Spray Dryer B -90 (Швейцария);</li><li>•ТГ/ДСК/ДТА анализатор Netzsch STA 409 PC;</li><li>•Печь атмосферная LAC VP 20/17</li><li>•Рентгеновский Дифрактометр SHIMADZUXRD – 7000 X – RAY (Япония);</li><li>•Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA(Япония);</li><li>•Сушильные Шкафы SNOL 20/300</li><li>•БЭТ-анализатор Sorbi-M</li><li>•Лазерный анализатор размеров частиц SALD-7101 SHIMADZU</li><li>•Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (ХЧ);</li><li>•Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(ХЧ);</li><li>•NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (ЧДА)</li></ul>

### 2.2 Получение порошка Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Методом распылительной сушки Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> получали с помощью установки Nano Spray Dryer B-90.Схема ее работы представлена на рисунках 2.1. [12].Процесс сушки происходит внутри распылительного цилиндра. После установления стабильного газового потока, через распылительную головку в распылительный цилиндр поступают мельчайшие капельки рабочего раствора. Капли образца высыхают в атмосфере горячего воздуха. Из-за небольшого размера высушенных частиц, требуется достаточно сильное электрическое

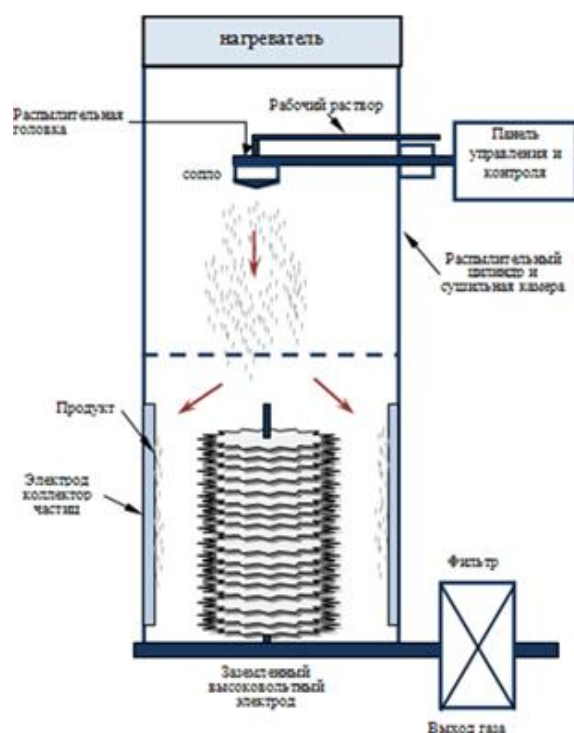


Рис. 2.1. Схема работы установки

Nano Spray Dryer B-90

поле, чтобы вывести их потока осушающего газа. Осушающий газ проходит через нагреватель и поступает на вертикально (или под углом) закрепленную распылительную головку. Капли образца высыхают в потоке нагретого воздуха по мере движения по распылительному цилиндру. Электрическое поле генерируется благодаря высокому напряжению между электродом-коллектором и электродом высокого напряжения. В то время как высоковольтный электрод изменяет траекторию частиц

(сдвигает в сторону стенок), электрод-коллектор притягивает их.

Таблица 2.2 – Характеристика Nano Spray B-90

Размер частиц	300 нм – 5 мкм
Выход продукта	Высокий, до 90%
Скорость испарения (вода)	0.2 кг/час, для органических растворителей выше
Объем образца	1 мл – 200 мл
Осушающий газ	До 10 м <sup>3</sup> /час
Газ для распыления	Нет
Мощность нагрева	1.4 кВт
Максимальная температура на входе	120 °С
Размеры (Ш × В × Г)	58 × 110/150 × 55 см
Вес	65/70 кг
Тип форсунки	Распылительная головка (пьезотехнология, ультразвуковая)
Принцип сбора частиц вещества	Электростатический коллектор частиц

Таким образом, частицы собираются на внутренней стороне электрода-



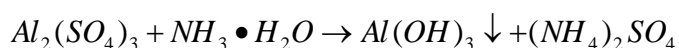
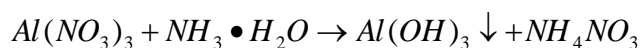
коллектора частиц. По завершении работы установки частицы снимают со стенки колбы с помощью специальной лопатки, получая тем самым нанопорошок.

В ходе эксперимента использовали следующие параметры сушки: скорость газового потока 140 л/мин, относительная интенсивность распыления – 45 %,  $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 120\text{ Па}$ , время работы установки – 15–30 минут[13].

Размер частиц регулируется с помощью распылительных колпачков с различными размерами отверстий (размер сопла: 4.0, 5.5 и 7.0 мкм). В зависимости от размера отверстий используемого колпачка размер капель варьируется в диапазоне от 8 до 21 мкм, соответственно. В таблице 2.2 представлены характеристики этой установки.

При подготовке растворов солей алюминия и циркония готовили 1 М раствор, выдерживали его в течение суток и затем, путем разбавления водой готовили 0,25, и 0,5 М растворы. Использовали сульфат алюминия, нитрат алюминия. Все растворы готовили с использованием дистиллированной воды.

Суспензии получали методом обратного осаждения путем добавления солей алюминия в растворы осадителей: аммиак. Осадители брали в избытке. Осаждение проводили на магнитной мешалке при температуре от 25 до 120  $^{\circ}\text{C}$ . Затем образовавшиеся суспензии провали дистиллированной водой для удаления побочных продуктов (аммиак):



Полученный порошок оксида алюминия нагревали со скоростью 3, 6 и 12 К/мин. Отжиг порошка  $Al_2O_3$  осуществляли при температуре 600 и 1250  $^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3 Получение порошка Ag

Методы получения наночастиц серебра можно разделить на две большие группы: дисперсионные методы или методы получения наночастиц путем измельчения обычных макроскопических образцов (конденсация при сверхнизких температурах, химическая, фотохимическая и радиационная

регенерация, лазерное испарение) и методы конденсации, или методы получения наночастиц из отдельных атомов (механическая фрагментация, конденсация в газовой фазе). Первая группа методов включает получение наночастиц серебра путем химического восстановления в растворе ионов серебра с использованием глюкозы, аскорбиновой кислоты, гидроксифениловой кислоты, натрия боргрида и других восстановителей. Реакция восстановления протекает в различных условиях. Например, при нагревании до 60 градусов Цельсия проводится восстановление глюкозы, в качестве катализатора используется гидроксид натрия, который производит частицы размером 10–20 нм,  $\lambda=1,5418 \text{ \AA}$ .

## **2.4 Исследование порошков**

Для проведения термического анализа (ТГ/ДСК – анализ) использовали анализатор NETZSCH STA 409 C Jupiter. Скорость изменения температуры 10 К/мин, диапазон температур от 25 до 1400 °С.

Измерение удельной поверхности проводили по 4-х точечному методу БЭТ на специальной установке «БЭТ-анализатор МЕТА СОРБИ–М». В качестве газа-адсорбата использовали азот. В качестве газа-носителя – гелий.

Для установления фазового состава частиц порошки исследовали методом рентгенофазового анализа (РФА). Образцы перед исследованием измельчали в ступке и помещали в алюминиевую кювету диаметром 25 мм и высотой 2 мм. При исследовании использовали пошаговое сканирование с накоплением в точке 2,5 секунды. Обработку дифрактограмм – определение фазового состава порошков – проводили с использованием компьютерных программ “Search – Match” и “PowderCell”.

Для эксперимента был использован рентгеновский 113 дифрактометр Shimadzu Maxima-X XRD-7000

Обработку дифрактограмм – определение фазового состава порошков и размера частиц – проводили с использованием компьютерных программ “Search – Match” и “PowderCell”.

Обработка рентгенограмм в программе Search – Match осуществлялась

по следующему алгоритму:

- 1) Для загрузки рентгенограммы необходимо выбрать File – Import – загружаемый файл.
- 2) Фон убирается нажатием Tools – Subtract Background.
- 3) Поиск пиков осуществляется с помощью выбора Peak list – Peak search. Так же пики можно выбрать вручную Peak list – Add peak us.
- 4) Для загрузки эталонных значений нажать Search match. Для выбора необходимых элементов нажать кнопку Restriction на панели инструментов.

Качественный анализ порошков проводили в программе PowderCell:

- 1) Для загрузки стандартов необходимо выбрать File – Load – загружаемый эталон.
- 2) Для загрузки рентгенограммы необходимо выбрать Refinement – Load powder – загружаемый файл.
- 3) Степень полинома задается нажатием Refinement – Parameters – General – выбрать степень.
- 4) Расчет фазового состава производится с помощью выбора Refinement – Start.
- 5) Для расчета размера частиц по областям когерентного рассеяния выбираем Diffraction – size and strain.
- 6) Результаты расчета получаем нажатием Refinement – Result – results.

Для получения данных о морфологии порошков и компактов использовали растровую электронную микроскопию (РЭМ): энергия электронного луча от 100 эВ до 30 кэВ, пространственное разрешение 0.1 нм и диапазон увеличений до 1000000 крат. Перед исследованием образцы покрывали тонким слоем платины для снятия заряда и экранирования падающего пучка от накопленного в объёме материала заряда. Для определения содержания химических элементов в порошке использовали также энерго-дисперсионный анализ (EDS), встроенный в прибор.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1. Получение $\text{Al}_2\text{O}_3$ и изучение его свойств

На первом этапе нами были изучены порошки оксида алюминия. Для получения разной морфологии нами были использованы два типа аниона соли (нитрат и сульфат) и разные скорости нагрева порошков.

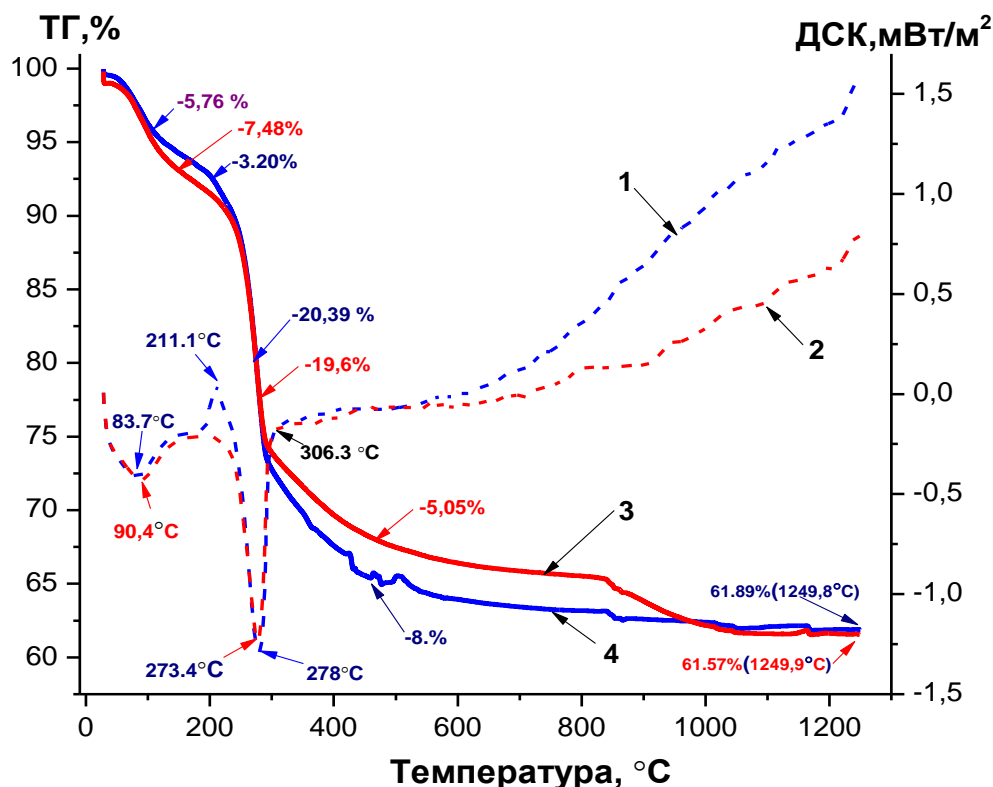


Рисунок 3.1 – ТГ (сплошные) и ДСК (пунктир) кривые порошков, выделенных из суспензий, полученных из раствора сульфата алюминия (2, 3) и нитрата алюминия (1,4).

Согласно ДСК-анализу, порошки, получаемые из суспензий, синтезированных методом обратного осаждения из растворов сульфата и нитрата алюминия, кристаллизуются при отжиге по схожему механизму (рис. 3.1). Эндозффекты при 83 и 278 °C, при 90 и 273 °C для суспензии из  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , соответственно, соответствуют удалению остатков свободной и связанной воды. Согласно ТГ-кривым порошки теряют при этом около 25 % своей массы. При дальнейшем нагреве начинают последовательно

образовываться фазы  $\text{AlOOH}$ ,  $\gamma$  и  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ , чему соответствуют широкие диффузные экзоэффекты начиная от 550 °С и до конца регистрации: 1300 °С. Выделить образование отдельных фаз при данной скорости развертки не представилось возможным. Из литературных данных следует, что выделение сигналов образования отдельных фаз возможно при использовании в качестве прекурсоров солей алюминия [14]. Большой экзоэффект, наблюдающийся для нитрата алюминия, можно объяснить морфологией продукта: менее плотные сферы, получаемые из суспензии этой соли.

Таблица 3.1 – Фазовый состав и размер удельной поверхности оксида алюминия, полученного при разных скоростях нагрева из суспензий

Соль	С, моль/л	T, °С	v, К/мин	Фазовый состав (%)	ОКР, нм	Суд, м <sup>2</sup> /г
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	0,5	600	3	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 85,4$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 14,6$	9,32 8,20	$282.83 \pm 3.00$
			6	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 61,1$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 38,9$	9,31 8,62	$315.59 \pm 3.94$
			12	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 70,6$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 29,4$	9,13 7,89	$350.05 \pm 5.50$
		1250	3	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 85,6$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 14,4$	52,84 30,43	$8.95 \pm 0.11$
			6	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 100$	61,90	$24.04 \pm 0.14$
			12	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 17,1$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 82,9$	8,51 10,33	$84.95 \pm 0.81$
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	0,25	600	3	$\delta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 62,6$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 37,4$	9,11 7,62	$225.42 \pm 1.93$
			6	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 82,8$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 17,2$	9,15 10,63	$238.38 \pm 2.61$
			12	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 67,5$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 32,5$	8,86 7,70	$237 \pm 0.19$
		1250	3	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 44,0$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 56,0$	57,88 24,60	$23.29 \pm 0.06$
			6	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 100$	56,44	$19.28 \pm 0.36$
			12	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 59,9$ $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 40,1$	55,11 20,74	$22.91 \pm 0.18$

Необходимо отметить, что на морфологию продукта влияет существенно и скорость нагрева порошков, выделенных с использованием

нанораспылительной сушки.

Влияние температуры и режимов отжига на фазовый состав и удельную поверхность носителя отражено в таблице 3.1. Мы применяли две температуры отжига, 600 и 1200 °С и три скорости нагрева: 3, 6 и 12 градусов в минуту.

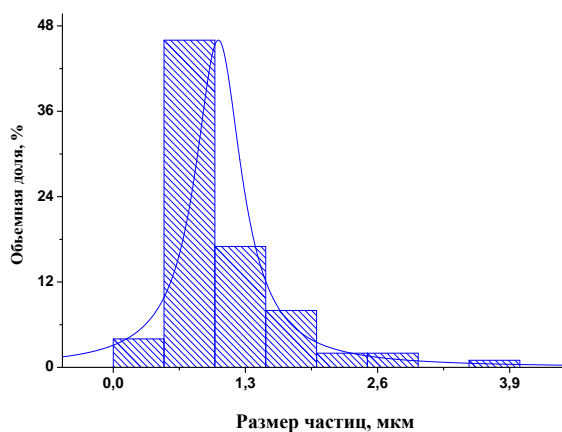
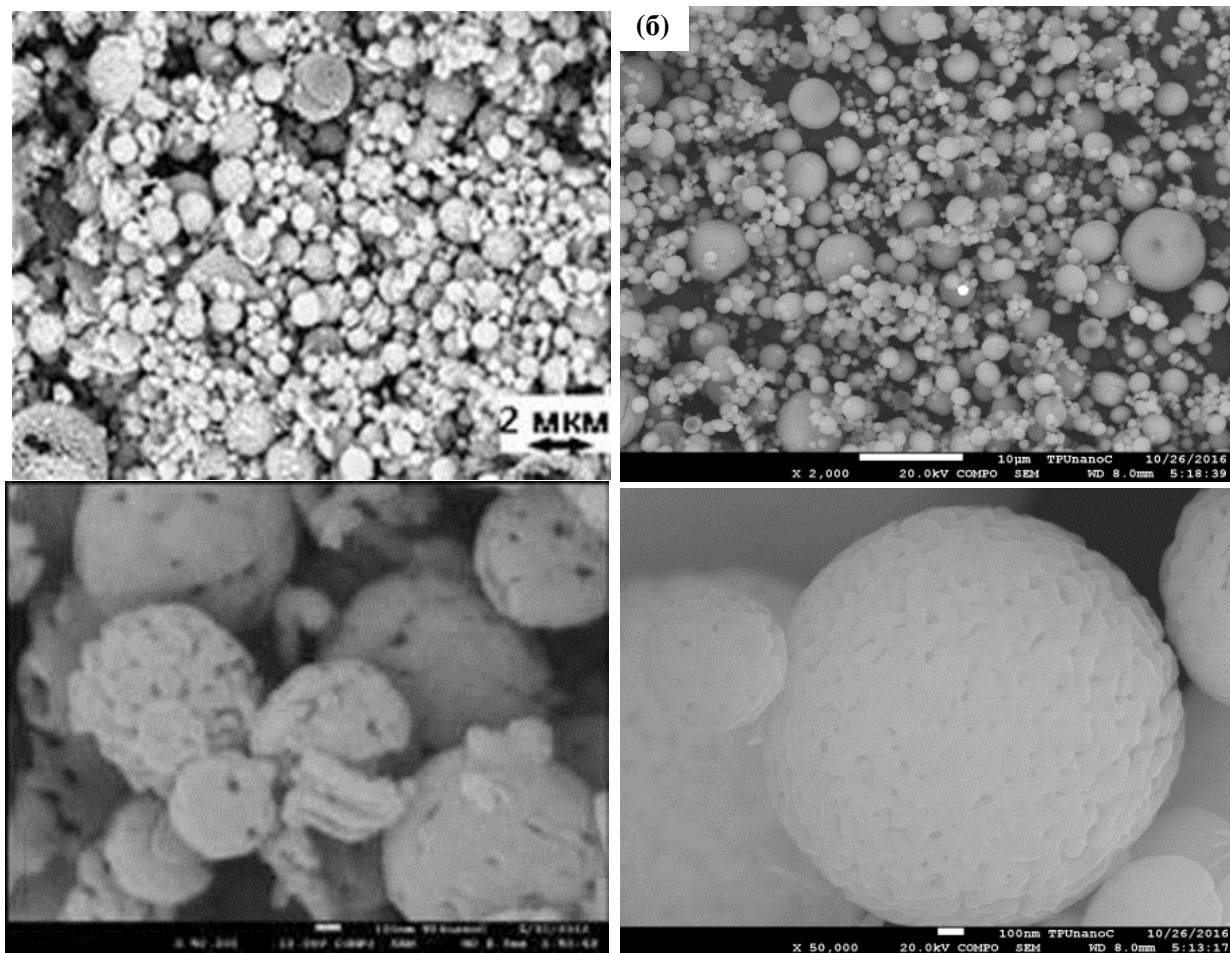


Рисунок 3.2 – РЭМ изображения порошков, полученных с помощью нанораспылительной сушки из суспензии сульфата алюминия (а) и суспензии синтезированной из нитрата алюминия методом обратного осаждения (б) после отжига при 1200 °С

Полученные результаты вполне предсказуемы: Большая удельная поверхность наблюдается у частиц в гамма фазе при температуре 600 °С. При этом, чем больше скорость нагрева, тем выше удельная поверхность в обоих случаях.

Примерно также меняется размер областей когерентного рассеяния.

По данным результатам мы выбрали для дальнейшего исследования частицы, получаемые из нитрата алюминия.

На рис. 3.2 приведены типичные СЭМ-изображения частиц, полученных на распылительной сушке. Видно, что средний размер частиц чуть меньше размера используемого сопла.

### 3.2 Осаждение $\text{Ag}$ на носители $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$

На следующем этапе мы проводили осаждение частиц серебра на поверхность полученных керамических сфер. Ранее нами был определен оптимальный состав растворов для осаждения наноразмерного серебра из нитрата (вода, вода-глицерин, вода-ПЭГ и др.).

Таблица 3.2 – Составы растворов для нанесения серебра на сферы  $\text{Al}_2\text{O}_3$

№ 1	$C(\text{AgNO}_3) = 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л
№ 2	$C(\text{AgNO}_3) = 0,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $C(\text{глицерин}) = 9$ об. %
№ 3	$C(\text{AgNO}_3) = 0,28 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $C(\text{глицерин}) = 8,3$ об. %; $C(\text{NH}_4\text{OH}, 25 \%, \text{масс}) = 8,3$ об. %.
№ 4	$m(\text{AgNO}_3) 0,05$ г; $V(\text{H}_2\text{O}) = 5$ мл; $V(\text{глицерин}) = 2$ мл
№ 5	$m(\text{AgNO}_3) 0,05$ г; $V(\text{H}_2\text{O}) = 5$ мл; $V(\text{ПЭГ-200}) = 2$ мл

На первом этапе мы определили, в каком из данных растворов осаждается максимальное количество серебра и как протекает этот процесс.

На рисунке 3.3 приведены фотографии образцов осажденного серебра в различных системах.

В разбавленных растворах (1 – 3) максимальное количество осадка наблюдается в растворах без восстановителей (рисунок 3.5, б). При использовании концентрированных растворов в обоих случаях наблюдается обильный осадок. При этом, в случае со шпинелью, осадок сразу окрашивается



в коричневый цвет, что свидетельствует об образовании оксида серебра. Очевидно причина этого во взаимодействии с оксидом магния, который выступает в качестве осадителя в данном случае.

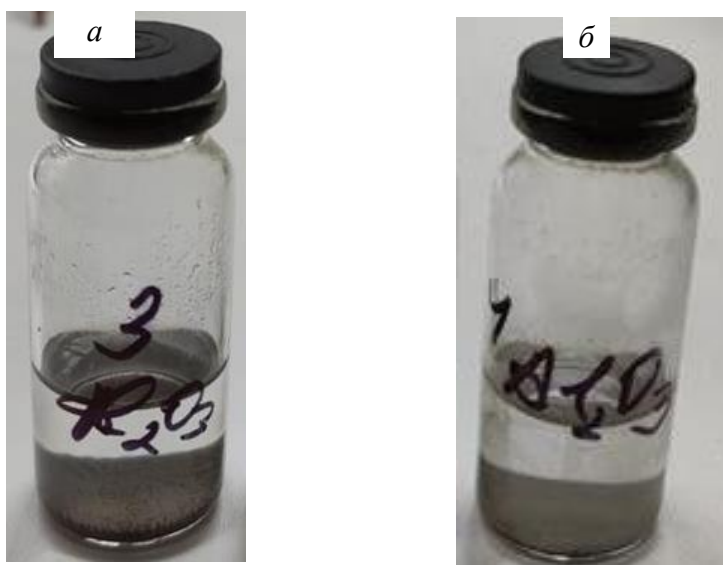


Рисунок 3.3 – Осажденное Ag в растворе №4 (а) и № 5 (б), содержащих  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Для дальнейших исследований мы выбрали системы № 4 и 5, так как для первого исследования на антибактериальную активность необходимо использовать максимальную концентрацию. После осаждения оксида серебра системы выдерживали в термошкафу при температуре  $180^\circ\text{C}$ .

На рисунке 3.4 и на рисунке 1 и 2, приложения Г представлены ПЭМ изображения частиц оксида алюминия, на которые осаждение оксида серебра проводили из растворов с глицерином и ПЭГ.

По изображениям видно, что частицы оксида алюминия меняют свою форму, очевидно вследствие частичной дезагрегации в растворе. Судя по окраске серебро, на рисунке это темные точки, преимущественно находятся в виде оксида. Однако присутствует и элементное серебро. В частности на рисунке красной стрелкой показана частица в виде призмы, характерная для наночастиц серебра. Размер частиц колеблется от 5 – 10 нм до 100 нм.



Наблюдаются также характерные агрегаты частиц. Это закономерно, так как в данном случае использовали концентрированный раствор серебра. При соответствующем увеличении видно, что частицы распределены в системе равномерно.

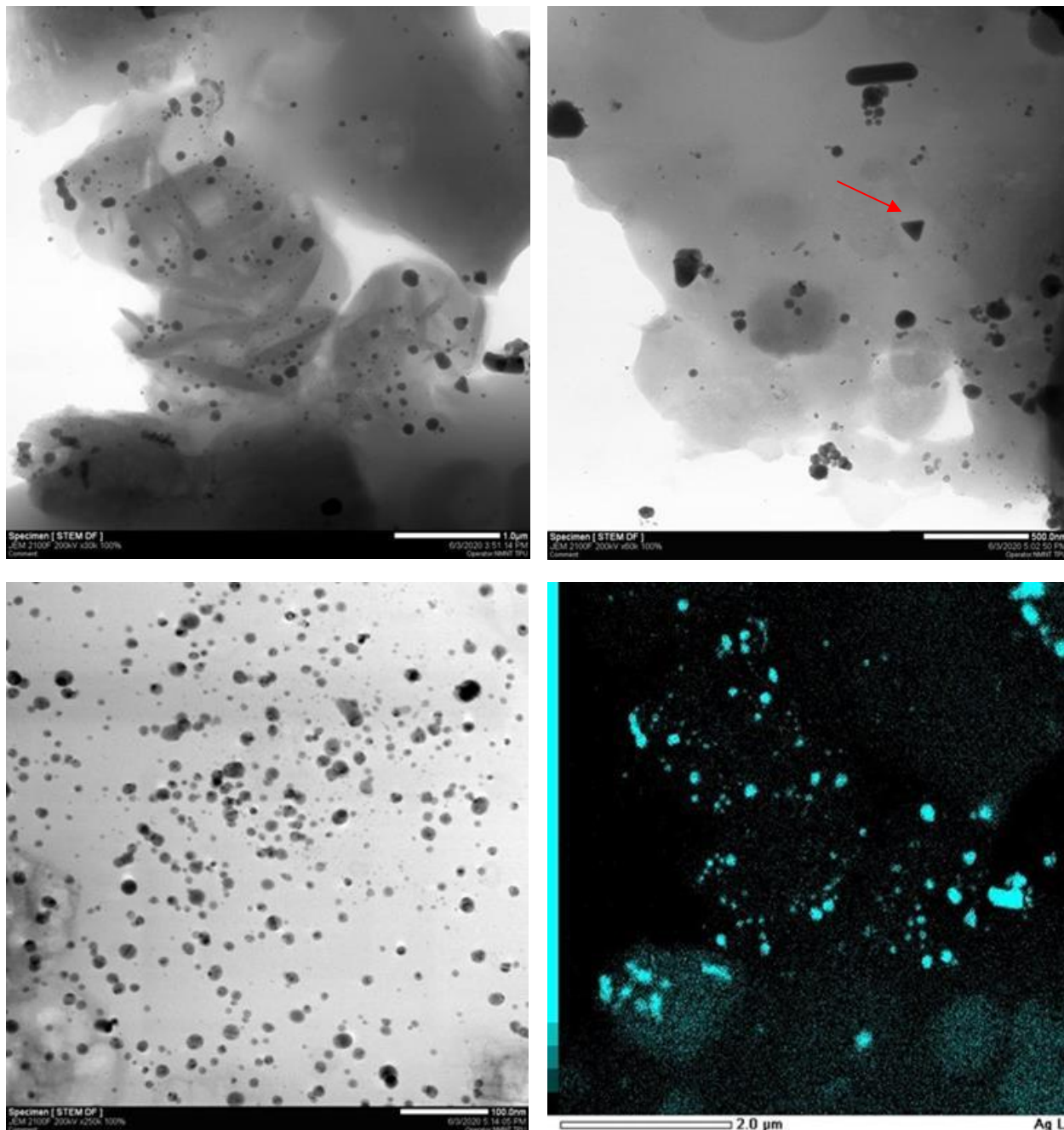


Рисунок 3.4 – ПЭМ изображения частиц оксида алюминия, на которые осажденные оксида серебра в растворе глицерина

Согласно ЭДС анализу (таблица 3.4), помимо основных элементов в системе присутствуют углерод и сера. Углерод попадает в систему из глицерина.

Таблица 3.3 – Элементный состав полученных порошков состава  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$

Содержание элемента, %	Al	C	O	S	Ag
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$ (глицерин)	16,54	2,80	34,72	38,38	7,55
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$ с (глицерин)	8,53	49,86	14,75	11,12	15,74
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$ (ПЭГ)	6,67	48,96	20,47	13,61	10,30
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$ с (ПЭГ)	8,50	49,03	24,95	13,05	4,47
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$ с (ПЭГ)	4,22	54,56	14,05	13,88	13,28

В случае с системами, полученными в среде полиэтиленгликоля (рисунок 3.7) видно, что частицы носителя не меняют свою форму, сохраняя сферичность. Однако частицы оксида серебра распределены преимущественно по поверхности сферы, не встроены внутрь. Хорошо видны крупные агрегаты серебра сосредоточенные как на поверхности частицы, так и самостоятельно. Для данной системы в будущем концентрацию серебра необходимо будет уменьшить.

Однако, по данным ЭДС анализа можно сделать вывод о более равномерном распределении элементов в системе, синтезированной с ПЭГ при сравнении значений, полученных в нескольких точках.

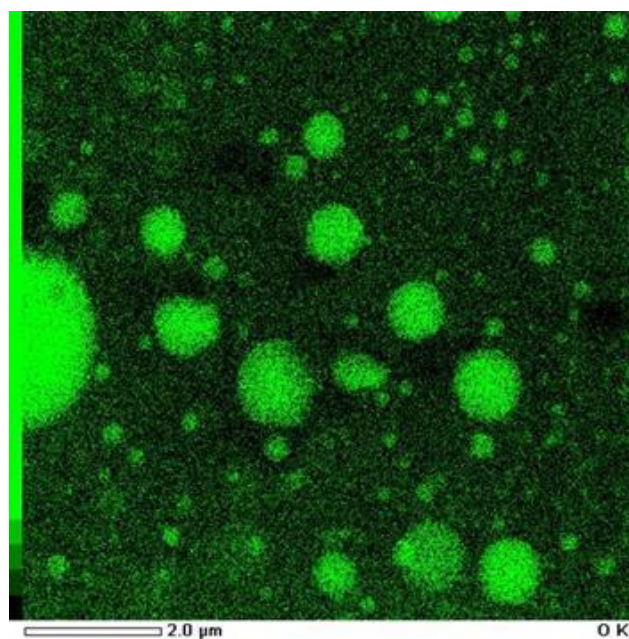
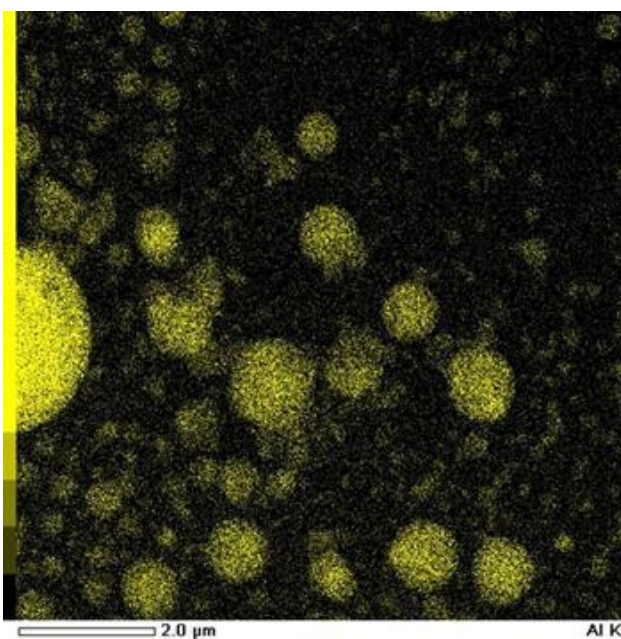
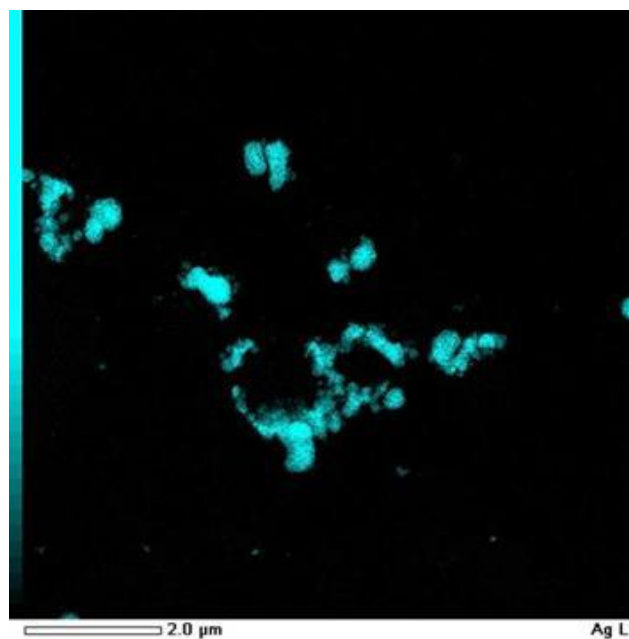
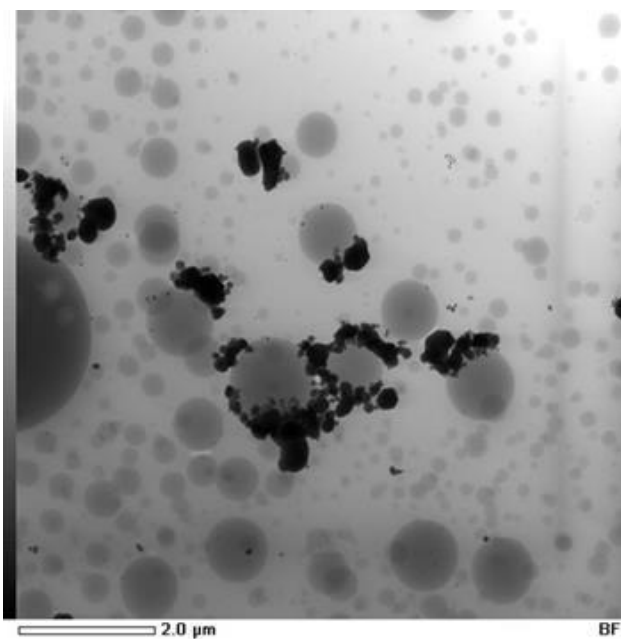
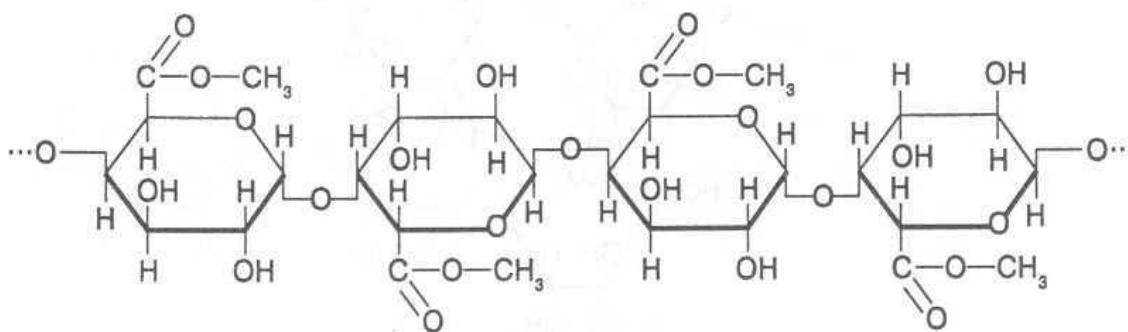


Рисунок 3.5 – ПЭМ изображения частиц оксида алюминия, на которые осажденные оксида серебра в растворе ПЭГ

### 3.3 Антибактериальная активность $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$

На заключительном этапе работы нами был обоснован выбор компонента, который в будущем можно использовать как для предварительного тестирования антимикробной активности, так и для синтеза наночастиц. Испытания полученных частиц на антибактериальную активность планируется провести в среде пектиновых гелей.

Пектиновые вещества, или пектины — полисахариды, образованные остатками главным образом галактуроновой кислоты. В фармацевтической и медицинской промышленности пектин используют, например, для капсулирования лекарств.



Строение пектина

Рисунок 3.6 – Пектин формулы

Приготовили растворы с пектином разных концентрациях (10 и 20%, масс.) в чашках Петри (рисунок 3.7.). Первая плесень появилась спустя 4 дня в 20% растворе. В течение 19 дней наблюдали рост плесени. В начале наблюдался заметный рост в 20% растворе, а в конце уменьшился количество пятен из-за их объединения. При этом видно, что новообразования стали уплотняться. В то же время в 10% растворе увеличилось количество плесени. Это связано с тем, что раствор более разбавленный и места для распространения плесени больше.



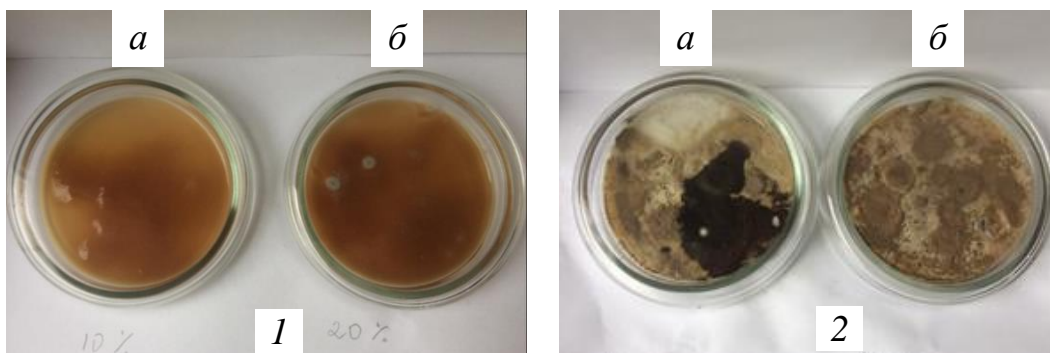


Рисунок 3.7 – Пектиновые растворы а) 10%; б) 20%.

1) первое появление плесени; 2) через 19 дней

Такой же эксперимент проводили с разработанными в данной диссертации антибактериальными препаратами  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$  из растворов № 3 (глицерин) и № 4 (ПЭГ). Результаты представлены на рисунке 3.8. В течение 9 дней не наблюдали изменений, плесень не появляется, окраска пектиновых гелей не меняется.

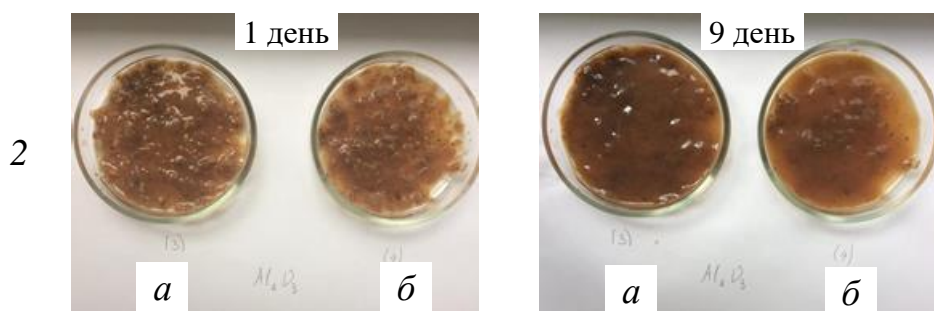


Рисунок 3.8 – Пектиновые растворы, содержащие частицы  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$  (2), полученные в среде глицерина (а) и полиэтиленгликоля (б)

Таким образом разработанные системы показали свою эффективность в качестве противогрибковых препаратов.

## 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### Введение

В данной научно-исследовательской работе была разработана система  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –серебро в качестве носителя наномедицины для таргетной терапии. Целью данного раздела «Финансовый менеджмент, эффективность использования ресурсов и защита ресурсов» является определение перспектив и целесообразности проведения научных исследований с точки зрения эффективности затрат и эффективности производства лекарств-носителей.

Чтобы изготовить систему  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –серебро, 0,5 М  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  было выбрано в качестве сырья для приготовления порошка наноглинозема.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

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

#### 4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1–Карта сегментации рынка для лекарств-носителей для производства таргетной терапии.

Количество продукции поставки	Изделия из композиционной керамики
Крупный	А

Средний	Б
Мелкий	В

Фармацевтическая компания- А,

Биофармацевтический институт- Б,

Научно-исследовательский институт- В.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 4.2.)

Таблица 4.2–Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Лямина Г.В., доцент кафедры ИШНПТ	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Чжоу Линь, магистр кафедры ИШНПТ	Исполнитель по проекту	Выполнение экспериментальной части

Таблица 4.3–Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	Загрузка исполнителей
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	НР – 100%
Выбор направления	2	Подбор и изучение	Исполнитель	И – 100%

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	Загрузка исполнителей
исследований		материалов по теме		
	3	Проведение патентных исследований	Исполнитель	И – 100%
	4	Выбор направления исследований	Исполнитель	НР – 100% И – 10%
	5	Календарное планирование работ по теме	Исполнитель	НР – 30% И – 100%
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Изучение исходных образцов	Исполнитель	И – 100%
	7	Подготовка порошки	Исполнитель	И – 100%
	8	Подготовка образцов	Исполнитель	И – 100%
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Исполнитель	И – 100%
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Исполнитель	НР – 60% И – 100%
	11	Определение целесообразности	Исполнитель	НР – 60% И – 100%
	12	Определение процесса	Руководитель,	НР – 60% И – 100%



Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	Загрузка исполнителей
		приготовления системы $Al_2O_3$ -магнитит	исполнитель	

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Для того, чтобы завершить выбор предыдущих тем системы  $Al_2O_3$ -магнитита носителя лекарственного средства, решить выбор метода приготовления и приготовления порошка, рассчитать сложность экспериментального статистического метода, основываясь на следующей формуле для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется по усмотрению исполнителя одна из формул:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (a)$$

где  $t_{min}$  – минимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{max}$  – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{рд}$ ) ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д}$$

где  $t_{ож}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных

длительностей, в частности, возможно  $K_{\text{вн}} = 1$ ;

$K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ( $K_{\text{д}} = 1-1,2$ ; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot T_{\text{к}}$$

где  $T_{\text{кд}}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{к}}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{\text{к}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}$$

где  $T_{\text{КАЛ}}$  – календарные дни ( $T_{\text{КАЛ}} = 365$ );

$T_{\text{ВД}}$  – выходные дни ( $T_{\text{ВД}} = 52$ );

$T_{\text{ПД}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{ПД}} = 10$ ).

$$T_{\text{к}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

Таблица 4.4 показывает продолжительность и сложность работы руководителя и исполнителя на каждом этапе.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [15 ,16].Смотрите таблицу 4.5.

Составление и утверждение технического задания:

$$t_{\text{ож}}=(1*3+3*2)/5=1,8 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=2,16(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=2,62(\text{нр})$$

Подбор и изучение материалов по теме:

$$t_{\text{ож}}=(2*3+3*2)/5=2,4 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=2,88(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=3,46(\text{и})$$

Проведение патентных исследований:

$$t_{\text{ож}}=(6*3+12*2)/5=8,4 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=10,08(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=12,22(\text{и})$$

Выбор направления исследований:

$$t_{\text{ож}}=(1*3+3*2)/5=1,8 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=2,16(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=2,62(\text{нр})$$

$$T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*0,1=0,22(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=0,27(\text{и})$$

Календарное планирование работ по теме:

$$t_{\text{ож}}=(3*3+6*2)/5=4,1 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*0,3=1,48(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=1,79(\text{нр})$$

$$T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*1=4,92(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=5,96(\text{и})$$

Изучение исходных образцов:

$$t_{\text{ож}}=(8*3+14*2)/5=10,4 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=12,48(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=15,12(\text{и})$$

Подготовка порошки:

$$t_{\text{ож}}=(4*3+8*2)/5=5,6 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=6,72(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=6,52(\text{и})$$

Подготовка образцов:

$$t_{\text{ож}}=(8*3+14*2)/5=10,4 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=12,48(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=15,13(\text{и})$$

Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями:

$$t_{\text{ож}}=(4*3+8*2)/5=5,6 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212=8,64(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=10,72(\text{и})$$

Оценка эффективности полученных результатов:

$$t_{\text{ож}}=(5*3+6*2)/5=5,4 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*0,6=3,89(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=4,67(\text{нр})$$

$$T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*1=6,48(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=7,85(\text{и})$$

Определение целесообразности:

$$t_{\text{ож}}=(5*3+8*2)/5=6,2 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*0,6=4,46(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=5,53(\text{нр})$$

$$T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*1=7,44(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=9,01(\text{и})$$

Определение процесса приготовления системы  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -магнитит:

$$t_{\text{ож}}=(6*3+9*2)/5=7,2 \quad T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*0,6=5,18(\text{нр}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=6,22(\text{нр})$$

$$T_{\text{рд}}=t_{\text{ож}}*1,212*1=8,64(\text{и}) \quad T_{\text{кд}}=T_{\text{рд}}*1,212=10,37(\text{и})$$

Таблица 4.4–Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{рд}$		$T_{кд}$	
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	НР	1	3	1,8	2,16	–	2,62	–
Подбор и изучение материалов по теме	И	2	3	2,4	–	2,88	–	3,46
Проведение патентных исследований	И	6	12	8,4	–	10,08	–	12,22
Выбор направления исследований	НР, И	1	3	1,8	2,16	0,22	2,62	0,27
Календарное планирование работ по теме	НР, И	3	6	4,1	1,48	4,92	1,79	5,96
Изучение исходных образцов	И	8	10	8,8	–	10,56	–	8,97
Подготовка порошки	И	4	8	5,6	–	6,72	–	6,52
Подготовка образцов	И	8	14	10,4	–	12,48	–	15,13
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И	4	8	5,6	–	8,64	–	10,47
Оценка эффективности полученных результатов	НР, И	5	6	5,4	3,89	6,48	4,67	7,85
Определение целесообразности	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,53	9,01
Определение процесса приготовления системы $Al_2O_3$ -магнитит	НР, И	6	9	7,2	5,18	8,64	6,22	10,37
<b>Итого:</b>				<b>67,7</b>	<b>19,33</b>	<b>79,06</b>	<b>23,45</b>	<b>90,23</b>

Таблица 4.5–Линейный график работ

Этап	НР	И	февраль		Март			Апрель			Май			Июнь
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	2,62	–												
2	–	3,46												
3	–	12,22												
4	2,62	0,27												
5	1,79	5,96												
6	–	8,97												
7	–	6,52												
8	–	15,13												
9	–	10,47												
10	4,67	7,85												
11	5,53	9,01												
12	6,22	10,37												

НР – И–

### 4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения:

- 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 НТИ

В данной статье рассматриваются расходы на приобретение всех видов материалов, необходимых для выполнения данной темы. Количество требуемого материала определяется спецификацией потребления.

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ :  $200 \text{ г} * 75,31 \text{ руб/г} = 15062,2 \text{ руб.}$

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  :  $150 \text{ г} * 477,52 \text{ руб/г} = 71628 \text{ руб.}$

$\text{Ag}$  :  $10 \text{ г} * 65,187.90 \text{ руб/г} = 651879 \text{ руб.}$

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  :  $100\text{мл} * 13,36 \text{ руб/мл} = 1336 \text{ руб.}$

Сумма за все материалы :

$15062,2 + 71628 + 651879 + 1336 = 739905,2 \text{ руб.}$

Таблица 4.6–Сырье, материалы

Наименование	Единица измерения	количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	Г	200	75,31	15062,2
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Г	150	477,52	71628
Ag	Г	10	65187,9	651879
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	мл	100	13,36	1336
Всего за материалы				739905,2

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда

расходы на материалы с учетом ТЗР равны  $C_{\text{мат}} = 739905,2 * 1,05 = 776900,46$  руб.

#### 4.3.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

##### Расчет амортизации специального оборудования

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:

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

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

Расчет амортизационных расходов в таблице 4.8.

таблица 4.7–Расчет амортизационных расходов

Наименование оборудования	Цоб(тыс. руб)	Фд(год)	$t_{pf}(\text{дн})$	Сам( руб)
ультразвуковой генератор	10	5	3	16,44
Атмосферная печь	1950	10	19	10150,68
Nano-spray dryer В-90	1980	10	40	21698,63
сушильные шкафы	88,101	6	3	120,67
<b>Итого:</b>	<b>4028,101</b>			<b>31986,42</b>

### 4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно – техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года 10,4 ;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн. 251.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания,



за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $Z_{тс}$ );

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

$Z_{м(руководитель)} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285$  руб.

$Z_{м(исполнитель)} = 9893 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 19291$  руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.7.

Таблица 4.8–Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_{м}$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , руб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2124	19,33	41057
Исполнитель	9893	0,3	0,2	1,3	19291	799	79,06	63168,94

Основная заработная плата составила: 104225,94руб.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

Дополнительная заработная плата составила: 15633,891 руб.

#### 4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Общая ставка взносов составляет в 2018 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование. При этом сумма взносов к уплате зависит от того, превысил доход установленный лимит или нет.

Ставка 30% будет действовать по 2020 год включительно (ст. 425, 426 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды составили: 35957,95 руб.

#### 4.3.5. 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.

Расчет затрат на электроэнергию.

Расчет затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}}$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

Для ТПУ  $Ц_{\text{э}} = 5,748$  руб./кВт·час (с НДС).

Затраты на электроэнергию при использовании ультразвукового генератора:

$$C_{\text{эл.об.}} = 15 \times 3 \times 5,748 = 258,66 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при атмосферной печи:

$$C_{\text{эл.об.}} = 480 \times 19 \times 5,748 = 52421,76 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при Nano-spray dryer B-90:

$$C_{\text{эл.об.}} = 1.5 \times 400 \times 5,748 = 3448,8 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при сушильные шкафы:

$$C_{\text{эл.об.}} = 0,6 \times 3 \times 5,748 = 10,35 \text{ руб.}$$

Сумма затрат на электроэнергию составила 56139,57 руб.

Накладные расходы составили 16 % от суммарных затрат:  
(сумма статей 1 ÷ 4) =

$= 0.16 * (739905,2 + 31986,42 + 104225,94 + 15633,891 + 35957,95) = 154186,78$ , в том числе на электроэнергию составила 56139,57 руб.

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

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно – технической продукции. Определение бюджета затрат на научно – исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9– Группировка затрат по статьям

Статьи	Затраты, руб.
Сырье, материалы	739905,2
Оборудование	31986,42
Основная заработная плата	104225,94
Дополнительная заработная плата	15633,891
Отчисления на социальные нужды	35957,95
Накладные расходы	154186,78
<b>Итого</b>	<b>1081896,18</b>

Таким образом, суммарно бюджет разработки составил 1081896,18 рублей.

Большая сумма обоснована большой стоимостью оборудования для работы.

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

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

Таблица 4.10 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}. \quad (20)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,18, \quad I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,91} = 4,18, \quad I_{исп.3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

### **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. Таким вариантом является результат проведенных исследований.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет **1081896,18** руб.

## **5 Социальная ответственность**

Научно-исследовательская работа была выполнена в Научно-образовательном инновационном центре «Наноматериалы и нанотехнологии», ТПУ. Рабочей зоной являлось помещение лаборатории площадью 12 м<sup>2</sup>, включающее персональный компьютер, магнитная мешалка, сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ, вытяжной шкаф, а также шкаф для хранения лабораторной посуды и органических веществ.

### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

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

Лаборатория соответствует санитарным правилам и гигиеническим нормативам, требованиям пожарной и радиационной безопасности.

При организации работ по обеспечению безопасности в медицинских лабораториях следует руководствоваться ГОСТ Р 52905-2007 "Лаборатории. Требования безопасности", утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2007 N 531-ст. Указанный стандарт устанавливает требования по формированию и поддержанию безопасной рабочей среды в научных лабораториях.

#### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

К выполнению работ в лаборатории должны допускаться лица:

- с соответствующей профессиональной подготовкой и квалификацией согласно действующим нормативно-правовым актам;
- прошедшие в установленном порядке обучение, инструктаж, проверку знаний по вопросам охраны труда;

Работники лабораторий могут подвергаться воздействию опасных и вредных производственных факторов, основными из которых являются:

- физические факторы: аэрозоли, шум, микроклимат, освещенность, опасность поражения электрическим током, опасность травмирования осколками разрушенной пресс-форм, используемой в процессе работы;
- психофизиологические факторы, включая повышенное напряжение органов зрения;
- пожара- и взрывоопасные факторы.

В лаборатории разработаны и утверждены подробные инструкции по охране труда для персонала по отдельным участкам работ лаборатории, учитывая специфику участков. Утвержденные инструкции должны быть вывешены на видном месте каждого участка работы.

Персонал лаборатории должен быть обеспечен рабочей одеждой и средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами. В случае выявления в процессе работы недостатков в эксплуатации или неисправности аппаратов, приборов и оборудования работники должны известить об этом заведующего

лабораторией. Ответственность за охрану труда в лаборатории возлагается на ее заведующего (руководителя).

В лаборатории должно быть достаточное количество чистой защитной одежды (например, курток и халатов), соответственно уровню риска, для обеспечения персонала и посетителей лаборатории.

## 5.2 Производственная безопасность

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 [17]. Перечень выявленных возможных опасных и вредных факторов представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ ка	Изготовл ение	Эксплуат ация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [18] ГОСТ 12.1.005-88 [19]
2. Превышение уровня шума		+		ГОСТ 12.1.003-2014 [20] ГОСТ 12.1.029-80 [21] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [22]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [23] СП 52.13330.2016 [24]
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 [25] ГОСТ 12.1.038-82 [26]
5. Чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания		+		ГОСТ 12.1.005-88[27] ГН 2.2.5.3532-18 [28] СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4 [29]

### 5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

#### 5.2.1.1 Анализ показателей микроклимата

В зависимости от серьезности физики работа инженера-химика относится к категории легких работ. В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены параметры микроклимата согласно требованиям и приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Требования к микроклимату помещения для категории работ «Легкая 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

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения и 20 м<sup>3</sup> объема воздуха.

Помещение лаборатории имеет следующие параметры:

длина помещения - 8 м; ширина - 6 м; высота - 3 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 6 \cdot 8 = 48 \text{ м}^2; \text{ объем: } V = 8 \cdot 6 \cdot 3 = 144 \text{ м}^3.$$

В лаборатории работает 4 человек. Это удовлетворяет санитарным нормам.

### 5.2.1.2 Анализ уровня шума на рабочем месте

Шум является одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов. Люди, работающие в условиях повышенного шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. У человека ослабляется внимание, страдает память. Все это приводит к снижению производительности труда. Шум на рабочих местах создается работающим оборудованием, а также проникает извне.

Настоящий стандарт (ГОСТ 12.1.028) распространяется на машины, технологическое оборудование и другие источники шума, которые создают в воздушной среде все виды шумов по ГОСТ 12.1.003-83.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром, приведены в таблице 5.3.



Таблица 5.3 – 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 физическая 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	-	-	-

### 5.2.1.3 Анализ освещенность рабочей зоны

Нормы освещения научно-технических лабораторий, в том числе физических, стилометрических, спектрографических и т. п., по представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения научно-технических лабораторий

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение КЕО $e_n$ , %		Совмещенное освещение КЕО $e_n$ , %		Искусственное освещение				
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	Освещенность, лк		Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации и освещенности, КЕО $e_n$ , %, не более	
					при комбинированном освещении	при общем освещении			
									всего
Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	40	10

Искусственное освещение осуществляется с использованием газоразрядных люминесцентных ламп низкого давления типа ЛБ-40, в количестве 9 светильников в каждом по 3 лампы. Выбрать ту таблицу, которая подходит по категории – IV, или V, или VI

Нормы разных видов освещения для промышленных помещений со зрительными работами четвертого разряда [СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (дата введения: 08.05.2017)] представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий (для категории IVг)

Искусственное освещение				
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	
при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	UGR, не более	К <sub>п</sub> , %, не более
Всего	В том числе от общего			
-	-	200	25	20

Таблица 5.6 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий (для категории Vг)

Искусственное освещение				
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	
при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	UGR, не более	К <sub>п</sub> , %, не более
Всего	В том числе от общего			
-	-	200	25	20

Таблица 5.7 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий (для категории VI)

Искусственное освещение				
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	
при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	UGR, не более	К <sub>п</sub> , %, не более

Всего	В том числе от общего			
-	-	200	25	20

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. Расчет освещения производится согласно методическим указаниям [30].

Помещение имеет размеры:

- 1) Длина  $A = 8$  м;
- 2) Ширина  $B = 6$  м;
- 3) Высота  $H = 3$  м.

Площадь помещения таким образом составит:

$$8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2$$

Освещенность в помещении рассчитывается по формуле 5.1.

$$E = E_0 \cdot K, \quad (5.1)$$

где  $E_0$  – рекомендуемая освещенность, лк;

$K$  – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,3.

Таким образом, освещенность в помещении:

$$E = 200 \cdot 1,3 = 260 \text{ лк}.$$

Уровень от рабочей поверхности до потолка рассчитывается по формуле 5.2.

$$h = H - h_p, \quad (5.2)$$

где  $h_p$  – высота рабочей поверхности, м.

$$h = 3 - 0,9 = 2,1 \text{ м}$$

Расчетная длина между двумя рядами светильников рассчитывается по формуле 5.3. Соответствующее число рядов светильников ( $n$ ) находится как отношение ширины помещения к расчетной длине между светильниками.

$$L = g \cdot h, \quad (5.3)$$

где  $g$  – оптимальное соотношение световых потоков (для выбранного типа ламп ЛБ-40 составляет 1,3).

$$L = 1,3 \cdot 2,1 = 2,73 \text{ м}$$

$$n = \frac{6}{2,73} = 2,2$$

Принимаем число рядов равным двум. Индекс освещения рассчитывается по формуле 5.4 и составляет:

$$i = \frac{s}{(A+B) \cdot n} = \frac{48}{(6+8) \cdot 2} = 1,71 \quad (5.4)$$

Коэффициент использования потока может быть рассчитан по формуле 5.5.

$$\eta = 0,5 \cdot (q_n + q_c), \quad (5.5)$$

где  $q_n$  – коэффициент отражения светового потока от потолка (0,7);

$q_c$  – коэффициент отражения светового потока от стен (0,7).

$$\eta = 0,5 \cdot (0,7 + 0,7) = 0,7.$$

Необходимое число светильников в ряду находится по формуле 5.6.

$$N = \frac{E \cdot S \cdot Z}{n \cdot F \cdot \eta \cdot \gamma}, \quad (5.6)$$

где  $Z$  – коэффициент непрерывности, равный 1,1;

$F$  – световой поток светильника, лм;

$\gamma$  – коэффициент затемнения, равный 1.

В светильнике две лампы, световой поток каждой равен 2480 лм, соответственно световой поток светильника в два раза больше и составляет 4960 лм.

$$N = \frac{260 \cdot 84 \cdot 1,1}{2 \cdot 4960 \cdot 0,7 \cdot 1} = 3,46.$$

Примем число светильников равным 2.

При длине светильника 1,27 м, их общая длина составляет:

$$1,27 \cdot 2 = 2,54 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками при этом составит:

$$\frac{8 - 2,54}{2 + 1} = 1,82$$

Схема расположения светильников представлена на рисунке 5.1.

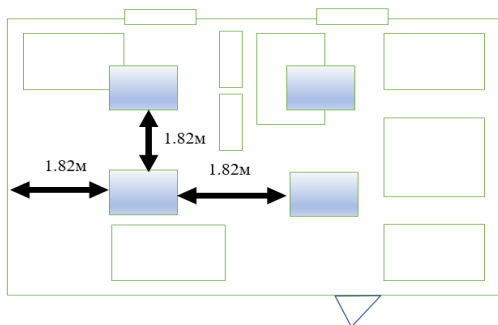


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников.

Способ размещения светильников в лаборатории - симметричный, это обеспечивает равномерное освещение оборудования и рабочих мест.

Освещение лаборатории является наиболее важным фактором, влияющим на производительность труда работников. Увеличение освещения помогает создать хорошие визуальные условия, недостаточное освещение вызывает утомление глаз работников и влияет на эффективность работы, кроме того, слишком низкая интенсивность освещения лаборатории также вызывает близорукость.

#### 5.2.1.4 Анализ электробезопасности

Электричество - это главная опасность, оно напрямую угрожает жизни и здоровью людей. Помещение относится к категории: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Максимально допустимые значения тока и напряжения контакта приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – 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

Человек попадает под воздействие электрического тока при:

- Прикосновении к токоведущим частям;
- Прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением;
- Шаговом напряжении.

Для обеспечения электробезопасности людей (ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ [10]) имеются:

- 1) указатели напряжения;
- 2) инструмент с изолирующими ручками;
- 3) изолирующие подставки;
- 4) защитные очки.

### 5.2.1.5 Анализ воздушной среды в зоне дыхания

Опасные вещества в воздухе рабочей зоны: В этой работе используется аммиачная вода ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), наноразмерный порошок оксида алюминия (нано- $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), полученный путем сушки порошка, который рассеивает часть порошка во время сбора. Опасные вещества в воздухе рабочей зоны нормализуются по максимально допустимой концентрации ПДК. Данные по опасным веществам приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9-Показатели, характеризующие токсичность используемых химических соединений по ГОСТ 12.1.005-88

Название вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20	А	IV	Ф
$\text{Al}_2\text{O}_3$	6	А	IV	Ф
А-аэрозоль				
Ф-аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия				

## **5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего**

### **5.2.2.1 Улучшение показателей микроклимата**

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

### **5.2.2.2 Снижение уровня шума на рабочем месте**

Защита от шума должна обеспечиваться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, в том числе строительно-акустических: звукоизолирующие кожухи, кабины, акустические экраны, выгородки.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Средства индивидуальной защиты органов слуха работающих установлены ГОСТ 12.4.011-75; это противошумные шлемофоны (шлемы), наушники, заглушки, вкладыши.

### **5.2.2.3 Контроль освещенности в лаборатории**

Искусственное освещение осуществляется с использованием газоразрядных люминесцентных ламп низкого давления типа ЛБ-40, в количестве 9 светильников в каждом по 3 лампы.

### **5.2.2.4 Обеспечение электробезопасности**

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита. Организационными мероприятиями по электробезопасности являются периодические и внеплановые инструктажи. Периодический инструктаж проводится всему

неэлектротехническому персоналу, выполняющему следующие работы: включение и отключение электроприборов, уборка помещений вблизи электрощитов, розеток и выключателей и т. д. Весь неэлектротехнический персонал должен быть аттестован на первую квалификационную группу по электробезопасности. Периодический инструктаж проводится не менее одного раза в год. Внеплановый инструктаж проводится руководителем подразделения при введении в эксплуатацию нового технического электрооборудования.

#### **5.2.2.5 Мероприятия по снижению уровня загрязнения воздушной среды в зоне дыхания**

Все аэрозоли, использованные в эксперименте, могут вызывать раздражение глаз и кожных покровов легкой степени. Рекомендуется избегать вдыхания и попадание аэрозолей в глаза и на кожные покровы .

Необходимо соблюдение правил безопасности. Соблюдать правила работы с пожаро - и взрывоопасными веществами. Соблюдать правила личной гигиены. При длительной работе необходима приточно-вытяжная вентиляция.

Средства коллективной защиты:

вытяжной шкаф; вентиляция.

Индивидуальная защита:

Респираторы газопылезащитные РПГ-67; Акриловые перчатки ; При высоких концентрациях в воздухе рабочей зоны фильтрующий противогаз марки А; Защита глаз и кожи.

### **5.3 Экологическая безопасность**

Основными источниками загрязнения окружающей среды могут быть частицы порошков. Однако учитывая тот факт, что навески порошков имеют малую концентрацию, то можно считать данное производство безопасным.

Для защиты атмосферы используются вентиляционные системы, улавливающие частицы. На сегодняшний день не существует нормативных данных по фильтрам для мелкодисперсных частиц. При этом учитывают, что частицы с размерами порядка  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  м ведут себя как молекулы газа, а частицы с большими размерами, как частицы пыли. Для фильтрации воздуха

применяют комбинированные газопылезащитные системы, которые улавливают частицы всех размеров.

Поскольку работы ведутся с сухими порошками без жидких примесей, то утилизацию отходов путем слива в канализацию не проводят. Если все-таки косвенно произойдет попадание наночастиц в воду, то концентрация будет незначительной и не нанесет вреда.

Попадание мелкодисперсных частиц порошков в литосферу может происходить в случае неправильной утилизации твердых отходов производства. Все лабораторные эксперименты исследовательский характер, и навески порошка для изготовления образцов имеют незначительную малую массу. Доля отходов в лаборатории мала, поэтому допускается утилизация в мусорные контейнеры. Если частицы рабочих порошков попали в литосферу, особой опасности они нести не станут за счет своей малой концентрации.

#### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Готовность к чрезвычайным ситуациям является одним из важнейших факторов безопасности жизнедеятельности.

Чтобы решить потенциальные угрозы безопасности, мы сначала проектируем список возможных чрезвычайных ситуаций при разработке и эксплуатации решений.

Таблица 5.10 – Чрезвычайные ситуации делятся на техногенные и электрические сбои

Аварийные ситуации	Человеческая ошибка	Отказ электрооборудования
Пожар или взрыв при обогреве электрической плитой	+	+
Брызги на кожу при использовании щавелевой кислоты	+	
Удар током при использовании Коробка постоянного напряжения	+	+

Из Таблицы 5.10 видно, что аварийная ситуация может быть человеческой ошибкой или неисправностью электрического оборудования, поэтому нам необходимо учитывать два фактора, чтобы предотвратить эту аварийную ситуацию.

В качестве примера мы используем пожары или взрывы, вызванные нагревом электропечи.

Если в результате пожара произошла ошибка человека, мы принимаем следующие меры:

1) Перед работой с оборудованием, являющимся потенциальным источником чрезвычайной ситуации, работник обязан пройти инструктаж по технике безопасности.

2) Установка не должна загромождать пути эвакуации в случае чрезвычайных ситуаций и закрывать собой предупредительные знаки и сигналы.



3) Около каждой установки должен быть автомат аварийного отключения электроэнергии, а в электрической цепи присутствовать устройство защитного отключения.

Если это электрическая неисправность, которая вызывает пожар, наши профилактические меры:

1) Дымовая пожарная сигнализация должна быть оборудована в лаборатории, чтобы предотвратить пожар, вызванный изоляцией соединительного провода, когда лаборатория пуста.

2) Лаборатория должна быть оснащена противопожарным оборудованием.

3) В случае пожара или взрыва в лаборатории ответственное лицо или сотрудник по безопасности лаборатории должны немедленно отключить источник питания и аксессуары.

Согласно нашей лаборатории, мы можем получить, что категория опасности является Б взрыво-пожароопасная

Чтобы предотвратить чрезвычайные ситуации, такие как пожары, мы должны немедленно прекратить работу в закрытом помещении и принять меры по их устранению. По возможности необходимо использовать универсальный выключатель для отключения всего оборудования в лаборатории. Если пламя не распространяется по всей комнате, вы должны использовать огнетушитель, чтобы вовремя погасить воспламененное оборудование или часть источника питания. При необходимости необходимо обеспечить эвакуацию людей в безопасное место и использовать кнопку пожарной сигнализации. Также в лаборатории есть аптечка с лекарствами, которые могут оказать первую помощь пострадавшим.

### **Выводы по разделу**

В результате работы над разделом "Социальная ответственность" выявлены вредные и опасные факторы при работе в лаборатории, а также описан план действий в случае чрезвычайной ситуации.

Анализировать и предлагать превентивные меры для чрезвычайных ситуаций в различных ситуациях.

Проведение исследовательской работы никаким образом не влияют на экологическую безопасность, так как Специальная обработка для отработанных жидкостей, таких как щавелевая кислота

При введении этой исследовательской работы в производство следует помнить, что обработка отработанной жидкости очень важна. Полученная нами пористая керамическая мембрана может быть использована для производства нанопорошков. Углекислый газ, выделяющийся в процессе производства, должен поглощаться скруббером, чтобы избежать парниковый эффект

## Выводы

1. Проведен литературный поиск по носителям лекарственных препаратов и антибактериальным свойствам наночастиц серебра и показано, что выбранное направление является актуальным.
2. Установлено, что максимальная температура обжига порошков, полученных методом нанораспылительной сушки (Nano Spray Dryer B-90), обеспечивающая значение удельной поверхности выше  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ , составляет для  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 = 70,6$ ;  $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3 = 29,4 \%$ ).
3. Показано, что увеличение скорости нагрева с 3 до 12 К/мин при термообработке позволяет увеличить пористость систем.
4. Продемонстрировано, что максимальное количество оксида серебра осаждается в системах вода – полиэтиленгликоль и вода – глицерин.
5. Установлено, что в растворах с глицерином происходит частичное разрушение сфер носителя и оксид серебра располагается как внутри частиц носителя, так и на поверхности.
6. На модельных системах с пектином показано, что система  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ag}$  предотвращает образование плесени в течении 20 суток.
7. Рабочее место, использованное при выполнении диссертации, соответствует предписаниям НТД.
8. При оценке сравнительной эффективности производства порошка методом механического синтеза и методом распылительной сушки, который является использованным в данном проекте, можно сделать вывод, что настоящий проект является более ресурсоэффективным по сравнению с имеющимися аналоговыми конкурентами, даже учитывая высокие затраты на проведение исследований.

## Список используемых источников

- 
1. Meng L-Y, Jiang W., Piao W.X., Meng W. Effect of bio-template on the properties of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites for drug delivery / L.-Y. Meng et al. // Journal of Industrial and Engineering Chemistry – 2016. – Vol.37. – P. 14–17.
  - 2 . Постнов В.Н., Наумышева Е.Б., Королев Д.В., Галагудза М.М. Наноразмерные носители для доставки лекарственных препаратов// Биоэлектроника и биосенсорика №6(30)/2013
  3. Manual Book Nano Spray Dryer B-90, Version A. – Website Address: [www.buchi.com](http://www.buchi.com). 2011
  4. Shobhna Kapoor, Rajesh Hegde, Aninda J., Bhattacharyya. Influence of surface chemistry of mesoporous alumina with wide pore distribution on controlled drug release. //Elsevier Journal of Controlled Release Volume 140, Issue 1, 16 November 2009, Pages 34-3916 November 2009, Pages 34-39
  5. Renad Alyautdin, Igor Khalin, Mohd Ismail Nafeeza, Muhammad Huzaimi Haron, Dmitry Kuznetsov. Nanoscale Drug Delivery Systems and the Blood-Brain Barrier. // Int J Nanomedicine. 2014 Feb 7;9:795-811. doi: 10.2147/IJN.S52236. eCollection 2014.
  6. Masayuki Yokoyama. Drug targeting with nano-sized carrier systems. Journal of Artificial Organs volume 8, pages77–84(2005)
  7. Lei Yang, Brian W. Sheldon and Thomas J. Webster. Nanophase Ceramics for Improved Drug Delivery: Current Opportunities and Challenges. //American Ceramic Society Bulletin, Vol. 89, No. 2
  8. Sadia Salsabil Bristy, Mohammad Abdur Rahman, Klaus Tauer, Hideto Minami, Hasan Ahmad. Preparation and characterization of magnetic  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic nanocomposite particles with variable Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> content and modification with epoxide functional polymer. //Ceramics International Volume 44, Issue 4, March 2018, Pages 3951-3959.

---

9. А. С. Иванова. Оксид алюминия и системы на его основе: свойства, применение. //Кинетика и катализ, 2012, том 53, № 4, с. 446–460.

10. Шкиль Н. Н. Антимикробные свойства, фармакотоксикологические характеристики и терапевтическая эффективность препарата арговит при желудочно-кишечных болезнях телят // Научный журнал КубГАУ. – №68. –

№ 4. – С. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/04/pdf/46.pdf>

11 . Ю. А. Букина –Получение антибактериальных текстильных материалов на основе наночастиц серебра посредством модификации поверхности текстиля неравновесной низкотемпературной плазмой / Ю.А. Букина, Е.А. Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 7. – С. 125 – 128.

12. Лямина Г.В., Илела Алфа Эдисон, Качаев Артем Алексеевич, Амантай Далбанбай, Колосов Петр Владимирович и Чепрасова Марина Юрьевна. Получение нанопорошков оксида алюминия и циркония из растворов их солей методом распылительной сушки. Бутлеровские чтения 13-33-2-119.

13. Илела А. Э., Лямина Г. В., Качаев А. А., Амантай Д., Колосов П. В., Чепрасова М. Ю. Получение нанопорошков оксида алюминия и циркония из растворов их солей методом распылительной сушки. //Бутлеровские сообщения. 2013. Т.33. №2. С.119-124.

14. I.F. Myronyuk<sup>1</sup>, V.I. Mandzyuk, V.M. Sachko, V.M. Gunko. Structural and morphological features of disperse alumina synthesized using aluminum nitrate nonahydrate // Nanoscale Research Letters – 2016 (Open Access: DOI 10.1186/s11671-016-1366-0)

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

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

17. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019)

18. Правительства РФ от 12.08.98 N 938 (СЗ РФ. 1998. N 33. Ст. 4037).

19. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факто-ры. Классификация (дата введения: 01.03.2017).

---

20. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г.).

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

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

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

24. 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.).

25. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (дата введения: 15.06.2003).

26. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (дата введения: 08.05.2017).

27. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (дата введения: 01.01.2019).

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

29. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

30. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.