

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов
Кафедра Наноматериалов и нанотехнологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбционных свойств ПРОМЫШЛЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ В РАСТВОРАХ АЛИФАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ	

УДК 621.762-022.532:544.723:547-32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б22	Папина Юлия Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.Ю. Годымчук	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Е.А.Грахова			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Наноматериалов и нанотехнологий	О.Л. Хасанов	Д.Т.Н., С.Н.С.		

Томск – 2016 г.

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

Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 150100 Материаловедение и технологии материалов
Кафедра наноматериалов и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Хасанов О.Л.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Б22	Папиной Юлии Владимировне

Тема работы:

Исследование адсорбционных свойств промышленных наночастиц в растворах алифатических аминокислот	
Утверждена приказом директора ИФВТ	№2598/с от 05.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1) Литературные источники (базы данных www.springer.com , www.sciencedirect.com , www.elibrary.ru , www.kodex.ru). 2) Оборудование и лабораторный инвентарь кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета и кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСИС». 3) Наноразмерные и ультрадисперсные порошки оксидов цинка, титана и иттрия, полученные плазмохимическим методом. 4) Аминоуксусная и глутаминовая кислоты.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1) Провести литературный обзор, включающий получение, применение и источники выделения наночастиц в

	окружающую среду, включая известные данные по влиянию абиотических факторов на агрегацию промышленных наночастиц разного состава в водных средах, а также методы диспергирования водных суспензий; определить морфологию и размер нанопорошков ZnO, TiO₂, Y₂O₃ и ультрадисперсного порошка ZnO с помощью просвечивающей электронной микроскопии и метода низкотемпературной адсорбции азота; 2) показать влияние pH раствора, природы поверхностно-активных веществ, концентрации наночастиц в суспензии и времени выдерживания нанопорошков на коэффициент адсорбции аминокислот, используя метод ИК-спектроскопии; 3) установить влияние состава и размера наночастиц на дисперсионные и электрокинетические свойства нанопорошков в водных суспензиях с помощью метода динамического рассеяния света.
Перечень графического материала	Микрофотографии нанопорошков, ИК-спектры разноконцентрированных растворов аминокислот, калибровочные графики концентрации аминокислот, графики изменения коэффициента адсорбции в зависимости от концентрации нанопорошка, времени выдерживания суспензии, вида ПАВ и кислотности дисперсионной среды, графики изменения дисперсионных и электрокинетических свойств нанопорошков в водных суспензиях в зависимости от кислотности среды, природы и концентрации поверхностно-активных веществ, состава и размера нанопорошков.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
<i>Литературный обзор</i>	<i>А.Ю. Годымчук</i>
<i>Экспериментальная часть</i>	<i>А.Ю. Годымчук</i>
<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Е.А. Грахова</i>
<i>Социальная ответственность</i>	<i>О.Б. Назаренко</i>
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Разделы на русском языке: введение, реферат, литературный обзор, экспериментальная часть, обсуждение результатов, приложения. Разделы на английском языке: обсуждение результатов. Список используемых источников – на языке оригинала.	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2016 г.

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.Ю. Годымчук	к.т.н.		09.02. 2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б22	Ю.В.Папина		09.02.2016

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

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки: 150100 Материаловедение и технологии материалов

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра наноматериалов и нанотехнологий

Период выполнения _____ (весенний семестр 2015-2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2016г.	Литературный обзор по теме	20
15.05.2016г.	Методики эксперимента	30
01.06.2016г.	Обсуждение результатов	50

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.Ю. Годымчук	к.т.н.		09.02.2016

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Наноматериалов и нанотехнологий	О.Л. Хасанов	д.т.н., с.н.с.		09.02.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 113 страниц, 20 рисунков, 20 таблиц, 128 источников.

Ключевые слова: нанопорошки, наночастицы оксида цинка, наночастицы оксида иттрия, наночастицы диоксида титана, суспензии наночастиц, диспергирование, адсорбция, поверхностно активные вещества, агрегация наночастиц, аминокислоты, аминокислота, глутаминовая кислота.

Объектами исследования являются нанопорошки ZnO , TiO_2 , Y_2O_3 и ультрадисперсный порошок ZnO .

Цель работы: определение влияния экспериментальных условий на эффективность адсорбции аминокислот на поверхности промышленных наночастиц для приготовления агрегативно-устойчивых и неосаждающихся гидрозолей наночастиц.

В работе проведено комплексное исследование адсорбционных, дисперсионных и электрокинетических свойств промышленных плазмохимических нанопорошков ZnO , TiO_2 , Y_2O_3 в водных растворах низкомолекулярных аминокислот в разных экспериментальных условиях с применением методов электронной микроскопии, низкотемпературной адсорбции азота, ИК-спектроскопии, динамического рассеяния света.

В результате показано влияние различных факторов (состав, размер и концентрация нанопорошков, состав аминокислот, кислотность среды, время выдерживания суспензии) на степень адсорбции аминокислот, на степень диспергирования и электрокинетическую устойчивость суспензий наночастиц. Приведены экспериментальные зависимости изменения степени адсорбции глутаминовой и аминокислот, дисперсионных и электрокинетических характеристик нанопорошков ZnO (40 нм и 200 нм), TiO_2 (40 нм) Y_2O_3 (40 нм) в растворах ПАВ при разных экспериментальных условиях.

Степень внедрения: разработаны методические рекомендации по приготовлению агрегативно-устойчивых гидрозолей промышленных наночастиц разного состава в растворах алифатических аминокислот.

Область применения: полученные в работе экспериментальные результаты могут быть использованы при оценке адсорбционных свойств промышленных наночастиц методом ИК-спектроскопии и при проведении дисперсионного анализа промышленных нанопорошков методом динамического рассеяния света, а также для приготовления гидрозолей промышленных наночастиц в растворах низкомолекулярных аминокислот для применения в качестве бактериальных составов, тест-систем для иммунологических испытаний, добавок в неосаждаемые лакокрасочные и строительные смеси.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобраны экспериментальные условия диспергирования промышленных наночастиц оксидов металлов в водных суспензиях с применением нетоксичных стабилизаторов, позволяющие оценить адсорбционные свойства наночастиц.

В будущем планируется разработать водные суспензии промышленных наночастиц широкого профиля с заданными дисперсионными и реологическими свойствами.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

НЧ – наночастицы;

НП – нанопорошок;

УДП – ультрадисперсный порошок;

ИК-спектр – инфракрасный спектр;

ПАВ – поверхностно-активное вещество;

Метод БЭТ – метод Брунауэра, Эммета, Теллера;

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Нанопорошки оксидов металлов	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.1 Определение и классификация нанопорошков	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.2. Получение нанопорошков оксидов металлов плазмохимическим методом	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.3 Применение нанопорошков	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Дисперсные системы	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.1 Классификация и основные свойства дисперсных систем ...	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.2 Диспергирование наночастиц в водных суспензиях	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.3 Агрегативная устойчивость суспензий наночастиц	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Применение поверхностно-активных веществ для диспергирования частиц	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.1 Определение и классификация ПАВ.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.2 Влияние ПАВ на агрегативную устойчивость суспензий	Ошибка! Закладка не определена.
1.3.3 Адсорбция ПАВ на промышленных наночастицах.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Постановка цели и задач исследования	Ошибка! Закладка не определена.
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Объекты исследования	Ошибка! Закладка не определена.

2.1.1 Микро- и наночастицы оксидов металлов.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.1.2 Поверхностно-активные вещества	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Определение морфологии и дисперсности сухих нанопорошков .	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.1 Электронная микроскопия	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.2 Низкотемпературная адсорбция азота	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Исследование суспензий нанопорошков	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Инфракрасная спектроскопия	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.3 Динамическое рассеяние света ..	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.4 Приготовление водных растворов ПАВ	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.5. Определение коэффициента адсорбции ПАВ	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.6 Исследование адсорбционных свойств наночастиц в разных условиях эксперимента.....	Ошибка! Закладка не определена.
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
ВЫВОДЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ СТУДЕНТА	Ошибка! Закладка не определена.
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	12
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52

ВВЕДЕНИЕ

В силу повсеместного применения неорганических нанопорошков в медицине, косметической и фармацевтической промышленности возрастает необходимость создания устойчивых гидрозолей наночастиц [1]. Однако, высокая реакционная способность, коагуляция и седиментация наночастиц создают трудности при их диспергировании в водной среде [2]. Среди методов диспергирования твердых частиц добавление поверхностно-активных веществ является наиболее эффективным, так как позволяет на все время эксперимента поддерживать дисперсность суспензий в золях со сложным составом [3].

Целью настоящей выпускной квалификационной работы являлось определение влияния экспериментальных условий на эффективность адсорбции аминокислот на поверхности промышленных наночастиц для приготовления агрегативно-устойчивых и неосаждающихся гидрозолей наночастиц.

Научная новизна работы заключается в выявлении особенностей поведения высокодисперсных систем на основе наночастиц.

Прикладная значимость заключается в разработке рекомендаций для приготовления агрегативно устойчивых суспензий наночастиц для различных применений.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Б22	Папиной Юлии Владимировне

Институт		Кафедра	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	При проведении исследования используется база лабораторий Наносцентра ТПУ, лаборатории кафедры ФНСuBTM МИСuC; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Определение концепции проекта, факторов микро- и макросреды, анализ рынка продукта, экспертная оценка эффективности, SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Не разрабатывается
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Разработка календарного, производственного плана (в том числе бюджета проекта), финансового плана
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Разработка инвестиционного плана и оценка рисков
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка готовности к коммерциализации 2. SWOT-анализ 3. Перечень работ 4. График Ганта 5. Бюджет проекта 6. Оценка ресурсоэффективности	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б22	Папина Юлия Владимировна		

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Настоящая ВКР рассматривает научно-технические основы разработки методов диспергирования суспензий промышленных наночастиц оксидов металлов добавлением в качестве поверхностно-активных веществ алифатических аминокислот.

Эффективность адсорбции аминокислот на поверхности наночастиц оценивалась методом ИК-спектроскопии с применением ИК-спектрометра Thermo Nicolet 380 по принципу сравнения спектров водных растворов аминокислот до и после выдерживания нанопорошков. Агрегативная устойчивость суспензий оценивалась по кинетике изменения дисперсионных и электрокинетических параметров частиц в жидкой дисперсионной среде с помощью лазерного анализатора частиц Malvern Zetasizer Nano, принцип действия которого основан на рассеянии света, позволяющего определять дисперсионные (гидродинамический радиус, объемное и количественное распределение частиц по размерам) и электрокинетические (дзета-потенциал, электрофоретическая подвижность частиц, электропроводность) свойства лиофобных суспензий с дисперсной фазой размером от 0,6 нм до 10 мкм.

Целью данного раздела является оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-технического исследования (НТИ), планирование процесса управления НТИ, определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.

.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ

Для реализации проекта необходимо решить задач, связанных с научными, техническими и экономическими проблемами:

- 1) Разработка методик анализа стабильности суспензий, оценки эффективности адсорбции.

- 2) Экспериментальный подбор условий эффективного диспергирования промышленных суспензий наночастиц оксидов металлов в водных суспензиях с применением нетоксичных стабилизаторов.
- 3) Разработка агрегативно-устойчивых суспензий биологически активных наночастиц для создания бактерицидных суспензий широкого спектра действия.

Все задачи работы можно отнести к этапам НИР проекта, на данной стадии основная роль отведена ученым-разработчикам.

Среди всех методов диспергирования твердых частиц (ультразвуковое воздействие, перемешивание и др.) только добавление растворителей и поверхностно-активных веществ (стабилизаторов) позволяет на все время эксперимента поддерживать дисперсность суспензий в физиологической среде со сложным составом. Природа выбранного растворителя является одной из самых важных критериев оценки его пригодности. Выбранные в качестве стабилизаторов вещества – аминокислоты и глутаминовая кислота нетоксичны, подходят для изготовления промышленных суспензий и стабильных бактерицидных золей.

Основными конкурентами в области приготовления агрегативно устойчивых суспензий являются:

- Институт физики и прочности материаловедения СО РАН, Лаборатория Физикохимии высокодисперсных материалов. Заведующий – Лернер Марат Израильевич, доктор технических наук. Г. Томск, Россия.
- Национальный институт по охране труда и здоровья. Кафедра токсикологии и молекулярной биологии. Директор – Джон Говард, доктор медицинских наук. Вашингтон, США.
- Институт экологической медицины. Направление молекулярной токсикологии. Глава – профессор Bengt Fadeel. Стокгольм, Швеция.

Среди факторов макросреды, влияющих на реализацию проекта можно выделить:

- 1) Политические. Трудности с поставкой нанопорошков иностранных производителей в связи с политической обстановкой.
- 2) Социально-культурные. Отсутствует просвещенность населения и отечественных фирм-потребителей в области нанотехнологий.
- 3) Международные. Затрудненность взаимодействия с зарубежными потребителями и выхода на международный рынок. Базовым рынком сбыта продукции является рынок Российской Федерации и СНГ, в перспективе планируется выход на международные рынки
- 4) Научно-технические. Возможность финансовой поддержки со стороны государства и частных лиц (гранты, проекты и др.)
- 5) Экономические. Возможность реализовать данные методики на предприятиях, работающих в области изготовления и применения нанопорошков.

Проведем оценку степени готовности научного проекта к коммерциализации.

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). В таблице 6 показана оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации.

Таблица 6 - Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4

3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	56	53

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (4)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

$$B_{\text{сум}} = 109$$

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Разработка считается перспективной так как значение и знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации.

.2. SWOT-анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

В данной работе SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы. Сначала составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы. Матрица SWOT приведена в таблице 7.

В таблице применяется следующая система сокращений:

S – сильные стороны проекта;

W – слабые стороны проекта;

O – возможности;

T – угрозы.

Таблица 7 - SWOT-анализ реализации проекта

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: - Развитая производственная, научная, энергетическая, транспортная, социальная инфраструктура; - Обширная база потребителей; - Высокая степень соблюдения договорных обязательств в отношении потребителей; - НИ ТПУ, НИТУ МИСиС - ведущие институты в области наноматериалов и изучения физико-химических свойств наночастиц; - Высокий уровень квалификации руководящих сотрудников.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: - Нехватка инвестиционных средств.
Возможности: - Разработка новых технологий для нужд текущих и новых потребителей; - Освоение новых сегментов рынка наноиндустрии; - Увеличение объемов производства текущей продукции; - Инновационные достижения в области применения наночастиц; - Реализация стратегии импортозамещения на российские рынки; - Выход на зарубежные рынки ; - Возможность получения государственной	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности» - Развитая производственная, научная, энергетическая, социальная инфраструктура; - Наличие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности» - Недостаток финансирования.

поддержки на уровне города, области и федерации.		
Угрозы: - Появление новых конкурентов – производителей с более развитыми технологиями и низкими издержками.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы» - Сравнительно низкие издержки производства относительно западных аналогов;	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы» - Нехватка инвестиционных средств, что не позволяет производить исследования в полном объеме

В процессе анализа определяется следующее.

1. Конкурентные активы. Использование сильных сторон для освоения рыночных возможностей (S-O). Данная разработка характеризуется такими качествами, как простота метода диспергирования, энергоэффективность, ресурсоэффективность, экологическая безопасность, низкая себестоимость, что способно привлечь инвесторов для выполнения ОКР и коммерциализации проекта, выхода на российский и мировой рынок. Учитывая направление развития проекта возможно получить государственную поддержку и инвестиции.

2. Конкурентные пассивы. Преодоление слабых сторон для нивелирования угроз (W-T). Наиболее значимыми недостатками проекта является недостаточная оснащенность лабораторий для проведения комплексных исследований. Если в ходе развития проекта будут привлечены лаборатории других НИИ, то это позволит провести более тщательные исследования и создать более эффективные методики диспергирования, а также позволит оценить экологичность и экотоксичность данных методик.

3. Узкие места. Преодоление слабых сторон для освоения возможностей (W-O). Преодоление недостатков, связанных с отсутствием полного комплекта необходимого оборудования

4. Безопасность и защита. Использование сильных сторон для нивелирования угроз (S-T). Такие преимущества, как большой опыт работы

высококвалифицированной команды проекта, возможность сотрудничества с другими институтами, помогут добиться успешного выполнения исследований.

Из полученных стратегических альтернатив необходимо выбрать те, которые будут обладать наибольшей силой, весом.

1. Приоритеты угроз – сопоставление угроз с преимуществами и рыночными возможностями. Российский рынок неразвит, внимание потенциальных компаний-покупателей и СМИ невысоко в области нанотехнологий, поэтому в ходе реализации проекта придется столкнуться с проблемами, характерными для первопроходцев рынка. Мировой рынок монополизирован, и поэтому выход туда будет максимально затруднен. Результаты научно-исследовательской работы могут быть устаревшими, если на рынке появятся материалы с лучшим сочетанием свойств и стоимости.

2. Приоритеты развития – немедленное улучшение слабых мест, сопоставление недостатков с преимуществами и рыночными возможностями. Наиболее существенными недостатками, которые необходимо разрешить в ходе реализации проекта являются проблемы недостатка инвестиций. При этом имеется возможность получение поддержки государства в виде грантов на исследования.

Таким образом, в ходе SWOT-анализа удалось выявить наиболее важные проблемы, которые необходимо разрешить в процессе выполнения проекта: развитие технологической базы, поиск инвестиций, привлечение в команду специалистов и предприятий с хорошей опытно-экспериментальной базой.

.3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок

4.3.1 Цели и результат проекта

Проект «Исследование адсорбционных свойств промышленных наночастиц в растворах алифатических аминокислот» выполняется

лабораторией кафедры наноматериалов и нанотехнологий национального исследовательского Томского политехнического университета совместно с лабораторией кафедры физики наносистем и высоко технологичных материалов национального исследовательского технологического университета МИСиС, Москва. В таблице 8 показаны цели и результаты данного проекта, в таблице 9 рабочая группа проекта.

Таблица 8 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Приготовление суспензий промышленных наночастиц с агрегативной устойчивой и седиментационной стабильностью, с контролируемым размером частиц/агрегатов продолжительное время
Ожидаемые результаты проекта:	Получение готовых суспензий наночастиц с целью применения в качестве бактериальных составов, тест-систем для иммунологических испытаний, добавок в неосаждаемые лакокрасочные и строительные смеси.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие заданным характеристикам
Требования к результату проекта:	Требование:
	Свойства полученного материала:
	- Исследование адсорбционной способности наночастиц
	- Поддержание дисперсности на продолжительный период времени

Таблица 9 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Годымчук А.Ю.,	Руководитель	Выбор направления исследований, формулировка

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
	к.т.н., доцент кафедры НМНТ ТПУ, ведущий эксперт кафедры ФНСиВТМ, НИТУ МИСиС		темы, консультации и обсуждение полученных результатов
2	Папина Ю.В., студент кафедры НМНТ	Исполнитель	Разработка плана работ, выполнение экспериментальной части

4.3.2 Планирование управления научно-техническим проектом

Начальная стадия планирования – разбивка работы на этапы и подэтапы. Работа «Диспергирование промышленных наночастиц цинка и алюминия для создания агрегативно-устойчивых водных суспензий» делится на следующие этапы:

1. Планирование эксперимента

- 1) Изучение литературы;
- 2) Изучение методик проведения эксперимента.

2. Экспериментальная часть

- 1) Проведение эксперимента.

3. Обработка результатов эксперимента

- 1) Обсуждение результатов;
- 2) Выполнение графической части;
- 3) Оформление ВКР.

Результаты расчетов представлены в таблице 5.5.

Для построения сетевого графика приведем перечень контрольных событий проекта (Таблица 10).

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер этапа	Название работы	Трудоемкость работ			Исполнитель	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
		t_{min} , чел. -дни	t_{max} , чел. -дни	$t_{ожі}$, чел. -дни			
1	Получение ТЗ. Изучение специальной литературы по НИР	12	15	13,5	1	13,5	20
2	Изучение методик / планирование эксперимента	25	29	27,1	2	13,5	20
3	Приготовление материалов для работы	2	5	3,4	1	3,4	5
4	Настройка оборудования	30	36	33,8	2	16,9	25
5	Проведение эксперименто в	33	40	37,9	1	37,9	56
6	Обсуждение результатов	42	49	46,0	2	23,0	34
7	Оформление графической части	3	6	4,7	1	4,7	7
8	Оформление отчета по НИР	15	20	17,6	2	8,8	13
Итого							180

При помощи этой таблицы построим сетевой график (диаграмма Ганта) для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 11).

Вся работа занимает 6 месяцев.

В выполнении работы принимали участие 2 сотрудника:

1) руководитель работы – доцент (Д);

2) исполнитель – студент (С).

Таблица 11 – Календарный план выполнения НИР

Наименование этапов	Длительность выполнения, дни					
	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май
Получение ТЗ. Изучение специальной литературы по НИР	С					
Изучение методик / планирование эксперимента		С				
		Д				
Приготовление материалов для проведения исследования		С				
Настройка оборудования			С			
			Д			
Проведение эксперимента				С		
Обсуждение результатов					С	
					Д	
Оформление графической части						С
Оформление отчета по НИР						С
						Д

На основе анализа составленной диаграммы Ганта можно сделать вывод, что продолжительность работ составляет 18 декад, начиная со первой декады января и заканчивая последней декадой мая. Также следует учитывать вероятностный характер оценки трудоемкости, что значит возможность как сокращения, так и увеличения продолжительности работ.

Далее по диаграмме Ганта можно рассчитать время работы для каждого исполнителя. Занятость исполнителей представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели рабочего времени исполнителей проекта

Показатели рабочего времени	Доцент	Студент
Календарное число дней работы	92	180
Количество нерабочих дней за период выполнения проекта	30	58
Продолжительность выполнения проекта, в рабочих днях	62	122

Календарная продолжительность выполнения научного исследования составит 180 дней. Из них:

180 дней – занятость студента;

92 дня – занятость доцента;

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 122 дня. Из них:

122 дня – продолжительность выполнения работ студентом;

62 дней – продолжительность выполнения работ доцентом.

4.3.3 Сырье, материалы, покупные изделия (за вычетом отходов)

Затраты на сырье и материалы определяются по следующей формуле:

$$Z_{\text{м}} = \sum_{i=1}^n G_i \cdot C_i \quad (5)$$

где $Z_{\text{м}}$ – сумма затрат на сырье и материалы, руб.;

G_i – расход i -го компонента, ед.;

C_i – цена i -го компонента, руб./ед.

Результаты расчета затрат на сырье в процессе проведения НИР представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты на сырье на проведение НИР

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб	Сумма, руб.
Нанопорошок оксида цинка	кг	0,2	15458,4	3091
Ультрадисперсный порошок оксида цинка	кг	0,2	13860,56	2772,112
Нанопорошок оксида титана	кг	0,2	12047	2409,4
Нанопорошок оксида иттрия	кг	0,2	25340	5068
Аминоуксусная кислота	кг	0,5	620,12	310,06
Глутаминовая кислота	кг	0,5	7219,29	3609,65
Азотная кислота	л	0,2	46	9,2
Каустическая сода	кг	0,2	25	5
Дистиллированная вода	л	50	12	600
Лабораторная посуда	-	-	-	1000
Всего за материалы				18874,42

4.3.4. Расчет фонда заработной платы исполнителей работы

В настоящую статью включается основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) исполнителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, рабочих дней (таблица 11);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, рублей.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = (З_{тс} + З_{допл} + З_{рк}) / F_d, \quad (8)$$

где F_d – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), рабочих дней;

$З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{допл}$ – доплаты и надбавки, рублей (15-20 % от $З_{тс}$);

$З_{рк}$ – районная доплата, рублей (30% от $З_{тс}$)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14.

Таблица 14 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, руб.	$З_{допл}$, руб.	$З_{рк}$, руб.	$З_{м}$, руб.	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Доцент	23000	4600	6900	34476	1326	62	82212
Студент	8000	1600	2400	11076	462	122	56364

Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.							138576
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--------

Расчет дополнительной заработной платы, размер которой составляет 12 – 15% от основной, представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{зп}}$, руб.
Доцент	0,15	82212	12331,8	94543,8
Студент	0,12	56364	6763,7	63127,7
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.		138576	19095,5	157671,5

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (9)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (138576 + 19095,5) = 47,3 \text{ тыс.руб}$$

4. Определение ресурсной эффективности

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (10)$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – бальная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

В таблице 15 приведен расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.

Для оценки ресурсоэффективности проекта (исследование адсорбционных свойств промышленных наночастиц в растворах алифатических аминокислот) были использованы следующие факторы.

Эффективность: в отличие от других известных (механических) методов диспергирования, предложенная методика будет позволять создавать суспензии, стабильные в течении долго промежутка времени.

Научная ценность: полученная методика диспергирования наночастиц позволит сократить время анализа

Практическая значимость: помимо использования в исследованиях на этапе пробоподготовки полученную методику можно применять в промышленности для создания стабильных устойчивых суспензий наночастиц для получения лаков, красок, строительных смесей и бактерицидных суспензий.

Стоимость: разработанная методика позволит создавать стабильные суспензии с использованием дешевых компонентов, что снизит себестоимость анализа/продукта.

Простота: предложенным метод прост в применении, поскольку не требует использования дополнительного оборудования.

Конкурентоспособность: данная методика не имеет аналогов. Продукция, изготовленная с использованием данной методики стабилизации, так же будет уникальной.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Эффективность	0,25	5
2. Научная ценность	0,2	5

3. Практическая значимость	0,2	4
4. Стоимость	0,1	5
5. Простота	0,05	5
6. Конкурентоспособность	0,2	4
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi}=5\cdot0,25+5\cdot0,2+4\cdot0,2+5\cdot0,1+5\cdot0,05+4\cdot0,2=4,6 \text{ баллов}$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение (по 5-бальной шкале), а это значит, что использование научно-исследовательского проекта обладает высокой эффективностью.

Выводы

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в ходе проведения SWOT-анализа выявили сильные и слабые стороны проекта, провели оценку надежности и возможностей проекта. Также установили, что научно-исследовательский проект обладает рядом положительных сторон, таких как высокая экономичность, высокая производительность, а также надежность.

- разработали график занятости для всех исполнителей, составили ленточную диаграмму Ганта, позволяющую провести оценку и лучшим образом спланировать рабочее время исполнителей.

- составление сметы научного исследования позволило оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию научно-исследовательского проекта, а также дать рекомендации по оптимизации этих затрат.

- проведенная по интегральному показателю оценка ресурсоэффективности проекта показала высокий результат (4,6 по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности реализации научно-исследовательского проекта.

Таким образом, с учетом всего вышеуказанного можно сделать вывод, что реализация данного научно-исследовательского проекта позволит повысить социальную и ресурсосберегающую эффективность производства.

**Задание для раздела
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Б22	Папиной Юлии Владимировне

Институт	ИФВТ	Кафедра	НМНТ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Материаловедение и технологии материалов

1. Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	<i>Характеристика объекта исследования: порошки оксида цинка (нано- и микроразмерный), нанопорошки диоксида титана, оксида иттрия, полученные методом плазмохимического синтеза;</i> <i>Рабочим местом является технологическая лаборатория кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета.</i> <i>Основной технологический процесс: создание агрегативно-устойчивых суспензий наночастиц с использованием поверхностно-активных веществ и изучение процессов адсорбции ПАВ методом ИК-спектроскопии и методом динамического рассеяния света.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i> – неблагоприятные метеорологические условия; – вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны; – воздействие шума, ультразвука, вибрации; – недостаточная освещенность рабочей поверхности; – предлагаемые средства защиты; – знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме. – методы и средства коллективной и индивидуальной защиты <i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</i> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
2. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

	– разработка решения по обеспечению экологической безопасности личного и коллективного уровня
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: – анализ мероприятий по повышению устойчивости организации к чрезвычайным ситуациям
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Назаренко О.Б	Д.Т.Н.		10.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Б22	Папина Ю.В.		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Данный раздел выпускной квалификационной работы включает в себя аспекты социальной ответственности, возлагаемые на исследователя при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Экспериментальные работы проводились в лаборатории кафедры наноматериалов и нанотехнология Томского политехнического университета (НМНТ ТПУ), а также на кафедре функциональных наносистем и высокотехнологичных материалов национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (ФНСиВТМ НИТУ МИСиС).

Лаборатория кафедры НМНТ ТПУ находится на втором этаже учебного корпуса № 15 ТПУ. Помещение имеет размеры 3 х 4 х 3 м, что при общей площади 12 м² удовлетворяет требованиям. Пол покрыт линолеумом, стены покрыты кафелем, а потолок побелен. Помещение имеет два окна, выходящих на восток. Освещение используется естественное и искусственное.

В лаборатории находится следующее оборудование:

- рН-метр рН-410, Аквилон, Россия;
- аналитические весы Acculab ALC-210D4, Германия, с точностью до 0,0001 г на отдельном столике с мраморной подставкой;
- магнитная мешалка MS-3000 Biosan, Латвия;
- термостат ТС 1/80-СПУ, Россия;
- центрифуга Centrifuge 5702 Eppendorf, Германия;
- спектрофотометр PD-303 Apel, Япония;
- рабочее место с компьютером;
- 2 вытяжных шкафа;
- 3 шкафа для хранения лабораторной посуды;
- 2 шкафа для хранения химикатов;

- 4 рабочих стола;
- 2 раковины.

Методика проведения исследовательских работ заключается в навешивании определенного количества нанопорошков оксида цинка и оксида титана и оксида иттрия, приготовлении суспензии на основе дистиллированной воды ($\text{pH}=6,2$), аминокислотной или глутаминовой кислот разной концентрации (0,1-2М) с доведением pH с использованием 1% раствора азотной кислоты и гидроксида натрия, магнитном перемешивании и последующем анализе.

Поэтому в данной работе проявление опасных/ вредных факторов в лаборатории связано непосредственно с воздействием нанопорошков металлов, а также химических реагентов для приготовления растворов, включая азотную кислоту и гидроксид натрия, использующиеся для регулирования кислотности. Более того, проведение эксперимента невозможно без применения электроэнергии, высокого давления, высоких температур, взрыво- и пожароопасных веществ.

Аналитическая часть осуществлялась при работе на персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ)

5.1. Производственная безопасность

Согласно ГОСТу 12.0.003-74, опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические;
- химические;
- биологические;

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего, в определённых условиях, приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья [101]. При этом вредный производственный фактор, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, может стать опасным.

5.1.1. Анализ вредных факторов рабочей среды

К вредным факторам относят:

- Воздействие вредных веществ
- Неблагоприятные условия микроклимата
- Недостаточную освещённость
- Электромагнитное излучение
- Повышенный уровень шума.
- Воздействие вредных веществ

Воздействие вредных веществ. В настоящий момент в нормативно-правовой базе РФ отсутствуют утвержденные Госанэпинадзором санитарные нормы и показатели, а также требования и правила безопасности при производстве различных видов наноматериалов, соблюдение которых обеспечило бы промышленную безопасность и охрану труда персонала [102].

Однако, при работе в нанотехнологической лаборатории для минимизации риска здоровью персонала следует знать некоторые правила безопасности. В основе концепции методов защиты персонала от попадания наночастиц лежат следующие положения:

1. агломераты наночастиц достигают десятков или сотен микрон, агломерированные наночастицы могут вести себя как микронные пылевидные частицы в разных средах окружающей среды;
2. наночастицы размером менее 10 нм по мобильности и активности могут проявлять себя как молекулы газа.

Учитывая, с одной стороны, поведение наночастиц и их агломератов как мелкодисперсных частиц (более 100 нм) и, с другой стороны, поведение наночастиц (менее 10 нм) как молекул газа, для предотвращения попадания наночастиц в органы дыхания рекомендуется использовать газопылевые фильтрующие средства индивидуальной защиты.

Обязательным условием безопасной работы с вредными химическими веществами является не только знание класса опасности всех реактивов, но так же знание особенностей их токсичного действия и симптомов отравления. Перед началом работы с незнакомыми веществами следует изучить их свойства, токсические действия и гигиенические нормативы [103].

Результатом действия вредных веществ на организм человека могут быть острые или хронические отравления. Используемые в работе кислоты и щелочи раздражают дыхательные пути, вызывают ожоги при попадании на кожу.

При работе с химическими веществами следует быть особенно внимательным и осторожным. Неосторожность при работе с ними может привести к ожогам или отравлениям.

Рассмотрим подробнее используемые реактивы.

Азотная кислота по степени воздействия на организм относится к веществам 3-го класса опасности. Её пары очень вредны: пары вызывают

раздражение дыхательных путей, а сама кислота оставляет на коже долгозаживающие язвы. При действии на кожу возникает характерное жёлтое окрашивание кожи, обусловленное ксантопротеиновой реакцией. При нагреве или под действием света кислота разлагается с образованием высокотоксичного диоксида азота NO_2 (газа бурого цвета). ПДК для азотной кислоты в воздухе рабочей зоны по NO_2 2 мг/м³ [104].

Гидроксид натрия — едкое и коррозионноактивное вещество. Оно относится к веществам второго класса опасности. Поэтому при работе с ним требуется соблюдать осторожность. При попадании на кожу, слизистые оболочки и в глаза образуются серьёзные химические ожоги. Попадание в глаза вызывает необратимые изменения зрительного нерва (атрофию) и, как следствие, потерю зрения. При контакте слизистых поверхностей с едкой щёлочью необходимо промыть поражённый участок струёй воды, а при попадании на кожу — слабым раствором уксусной кислоты. При работе с едким натрием рекомендуется следующие защитные средства: химические брызгозащитные очки для защиты глаз, резиновые перчатки или перчатки с прорезиненной поверхностью для защиты рук, для защиты тела — химически-стойкая одежда пропитанная винилом или прорезиненные костюмы. ПДК гидроксида натрия в воздухе 0,5 мг/м³ [104].

Оксид цинка. Токсичность оксида цинка объясняют его каталитической активностью. Попадание мельчайших частиц пыли оксида цинка вызывает заболевание «литейная лихорадка», протекающее по типу инфекционного катара верхних дыхательных путей. Задержка аэрозоли оксида цинка в дыхательных путях колеблется в пределах 41-94%. В процессе отравления оксидом цинка появляется сладковатый вкус во рту, после работы — плохой аппетит, а иногда сильная жажда. При отравлении оксидом цинка человек чувствует усталость, стеснение и давящую боль в груди, сонливость, сухой кашель, долговременный озноб и высокая температура тела. При этом наблюдается расширение зрачков, гипермия конъюнктивы, глотки и лица. В

моче появляются сахар, часто гематопорфин, уробилин, возможно увеличение содержания цинка и меди. Последствия могут возникать в течении 2-3 дней в зависимости от индивидуальности организма больного, а также концентрации паров оксида цинка. Повторные заболевания «литейной лихорадкой» приводят к ослаблению организма и активированию туберкулезного процесса, а также повышению восприимчивости к другим заболеваниям дыхательных органов. Отравление оксидом цинка может стать причиной малокровия, повышения содержание билирубина в крови, понижения секреторной функции желудка. Предельно допустимая концентрация для оксида цинка 0,5 мг/м³. Индивидуальной защитой служат противогаз марки БКФ, респираторы типа «Астра-2», «Лепесток-200», защитные очки, спецодежда из хлориновой ткани. После работы – теплый душ [105].

Диоксид титана. Представляет собой прозрачный кристаллический порошок, желтеющий при нагревании. Встречается в природе в трех вариациях: в виде минералов анатаза, рутила и брукита, имеющих различное кристаллическое строение. Для получения вещества используется только диоксид титана со структурой анатаза и рутила. Диоксид титана пищевой разрешен к использованию в промышленности с 1994 года в качестве красителя для придания продуктам питания отбеливающего эффекта. Официальные клинические исследования до сегодняшнего дня не смогли выявить какие-либо негативные последствия от приема двуокиси титана внутрь. Согласно данным, диоксид титана не растворяется в желудочном соке и практически не всасывается организмом через стенки кишечника. Таким образом, двуокись титана не накапливается в тканях, полностью выводясь из организма. Использование диоксида титана разрешено производителям продуктов, употребляемых в пищу, использовать диоксид титана в объемах, которые с точки зрения производителей позволяют им добиться необходимого технологического эффекта. Однако, предположение о потенциальном вреде диоксида титана все же имеется: как показали исследования на крысах,

вдыхание порошка двуокиси титана повышает вероятность возникновения раковых заболеваний, являясь канцерогенным и для человека. Предельно допустимая концентрация для диоксида титана 10 мг/м³. В случае утечки необходимо смести просыпанное вещество в контейнеры; если можно, сначала смочить, чтобы избежать пыли, дополнительная личная защита: фильтрующий респиратор Р1 для инертных частиц.

Оксид иттрия – бинарное неорганическое соединение металла иттрия и кислорода с формулой Y₂O₃, бесцветные (белые) кристаллы, нерастворимые в воде. Малотоксичен, предположительно обладает канцерогенными свойствами при превышении ПДК. Предельно допустимая концентрация для диоксида титана 2 мг/м³.

Показатели токсичности металлов, используемых в работе, приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Показатели, характеризующие токсичность используемых химических соединений по ГОСТ 12.1.005-88

Химическое соединение	Параметры токсичности		
	ПДК*, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксид цинка	0,5	2	П
Диоксид титана	10	4	П
Оксид иттрия	2	2	П

** предельно-допустимая концентрация паров вещества в атмосферном воздухе в пределах рабочей зоны.*

Неблагоприятные условия микроклимата. Микроклимат производственной среды – сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают большое влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основании общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам,

относится к категории легких работ Іб. Оптимальные значения микроклимата для этого случая даны в таблице 18.

Таблица 18 - Требования к микроклимату

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

Помещение, где находится рабочее место лаборанта, отапливается в зимнее время года и соответствует данным нормам.

Помещение и его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 [106] устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

Помещение лаборатории имеет следующие параметры:

- длина помещения – 4 м;
- ширина – 3 м;
- высота – 3 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет 12 м², объем V 36 м³.

В лаборатории работает 2 человека. Значит, на каждого человека приходится 6 м² рабочей площади и 18 м³ объема воздуха. Это удовлетворяет санитарным нормам.

Недостаточная освещенность. В данной лаборатории используют искусственное и естественное (боковое и совмещенное, через окна) освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения недостаточно, особенно в темное время суток

Недостаточное освещение снижает зрительную работоспособность, негативно влияет на психоэмоциональное состояние, перегружает ЦНС, приводит к развитию офтальмологических заболеваний.

Нормативные показатели освещенности научно-технических лабораторий в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278–03 [107] и СП 42.13330.2011 [108] представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания

Помещение	Естественное боковое освещение КЕО, %	Совмещенное освещение КЕО, %	Искусственное освещение	
			Освещенность при общем освещении, лк	Коэффициент пульсации, % не более
Лаборатории химические	1,2	2,1	400	10

Электромагнитное излучение. Обработка данных осуществляемая на ПЭВМ сопряжена с влиянием электромагнитных полей. Избыточное действие ЭМП провоцирует неврологические нарушения и бессонницу, приводят к сбоям в работе желудочно-кишечного тракта и другим негативным последствиям. Предельно допустимые уровни электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц) регламентируется по СанПиН 2.2.4.1191–03 [109], где сказано, что защита от ЭМП осуществляется путем установки поглощающих или отражающих экранов.

Повышенный уровень шума. Предварительная подготовка сопровождается магнитной обработкой стоковых суспензий нанопорошков, что провоцирует возникновение звуковых колебания в рабочей зоне.

Воздействие шума на ЦНС человека значительно, подавленное психическое состояние снижает работоспособность персонала, велика вероятность развития неврита слухового нерва (тугоухость).

В таблице 20 представлены допустимые уровни звукового давления для широкополосного непостоянного шума по ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ [110] и СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [111].

Таблица 20 - Допускаемые уровни звукового давления в октавных полосах частот

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А	Максимальный уровень звука, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
В лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75

Снижение воздействия шума осуществляется в соответствии СНиП 23-03-2003 [112] путем применения звукоизолирующих кожухов на рабочей установке.

5.1.2. Анализ опасных факторов рабочей среды

Современные лаборатории формируют электрическую опасность, источниками которой могут служить электрические сети, оборудование. При работе на установках Thermo Nicolet 380, Malvern Zeta Sizer и ПЭВМ особое внимание следует уделять электробезопасности.

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [113].

Наиболее частые причины электротравм:

1) Прикосновение или приближение на недопустимое расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением. В свою очередь, причинами этого являются:

- неисправность электропроводки, установочных изделий, электроприборов;
- неосторожность, небрежность, неопытность, неосведомлённость пользователя;
- доступность электроустановок детям, их озорство;
- через временно выключенные из сети токоведущие части, если не приняты все меры к выключению из сети; при несогласованности в действиях (преждевременное включение тока).

2) Прикосновение к металлическому корпусу электроприбора, если он оказался под напряжением вследствие повреждения изоляции.

При выполнении выпускной квалификационной работы в лаборатории использовались такие установки, как анализатор размера частиц, атомный абсорбционный спектрометр, рН-метр, сушильный шкаф, аналитические весы, спектрофотометр, которые относятся к электроприборам. При неправильном обращении с приборами и несоблюдении мер предосторожности может произойти поражение электрическим током

Категория помещения по опасности поражения электрическим током [114]: Помещения без повышенной опасности (отсутствуют признаки опасности).

В промышленных электроустановках средством защиты служит заземление корпуса. Средством защиты служат полы, изготовленные из изолирующих материалов (дерево, линолеум и др.). Поэтому электрический прибор в металлическом корпусе может быть установлен только на таком полу, либо оснащен заземляющими элементами корпуса.

Все приборы в лаборатории заземлены и пол покрыт линолеумом.

5.2. Экологическая безопасность

Поступая из разных источников в окружающую среду, наночастицы, благодаря малому размеру, способны проникать в самые разные области нашего мира. Схема миграции наночастиц представлена на рисунке 5.1; она показывает взаимное перемещение наночастиц между средами обитания (воздух, гидросфера и литосфера), а также миграцию в различные биологические объекты (человек и наземные обитатели, растительный и животный мир водной системы, почва и отложения и т.д.).

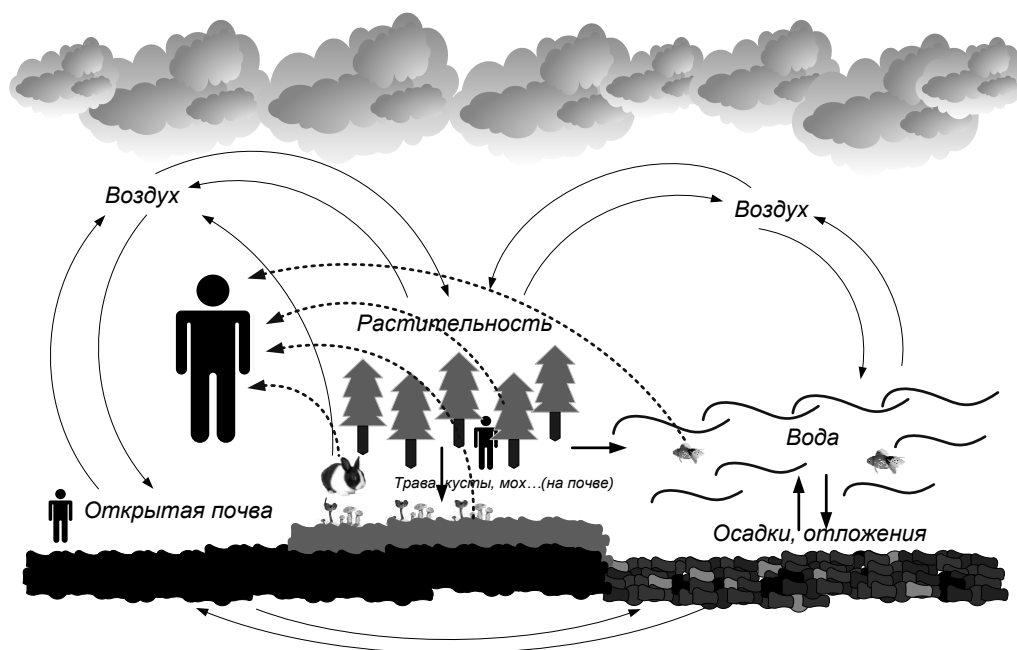


Рисунок 5.1 - Возможное перемещение наноматериалов в окружающей среде.

5.2.1. Защита атмосферы

При попадании наночастиц в воздух могут образовываться устойчивые во времени аэрозоли, которые с помощью различных механизмов могут попадать в наземные биологические объекты через дыхание, кожу и пищеварительный тракт. Посредством сорбции наночастицы из аэрозолей

поглощаются растениями, активно проникая в растительный мир, являющийся источником пищи практически для всех биообъектов. Миграция наночастиц в организме человека будет рассмотрена отдельно в следующем разделе. Диспергированные наночастицы в воздухе могут абсорбироваться водой различных объектов (озёра, реки и т.п.), осаждаемые наночастицы могут попадать в почву и грунты. Для предотвращения попадания веществ в атмосферу необходимо использование вентиляции со встроенной системой фильтрации. Таким образом обеспечиваются нормы содержания веществ в воздухе, концентрация которых, в свою очередь, не должна превышать ПДК по ГН 2.1.6.1338-03 [115]. На предприятиях с лабораториями и производством, работающими в запыленных условиях, для создания чистого [116] помещения реализуются следующие технические подходы: технический контроль, очистка (фильтрование) сред (воздух, вода) и использование средств индивидуальной защиты персонала.

Технический контроль на производстве осуществляется с помощью устройств, предотвращающих попадание дисперсных частиц в воздух рабочей зоны, а также вытягивающих частицы из воздуха рабочей зоны.

5.2.2. Защита гидросферы

При попадании наночастиц в воду при неправильной утилизации суспензий металлических нанопорошков, использующуюся для питьевых нужд и нужд лечения, наночастицы могут также проникать в организм человек через пищеварительный тракт. К сожалению, исследований, доказывающих данный маршрут, к настоящему времени не проводилось. Поскольку наночастицы не признаны потенциально опасными, согласно ГОСТ 17.1.3.13–86 [117] и ГОСТ 17.1.3.06–82 [118] очистка вод не требуется при условии, что ПДК по ГН 2.1.5.2280-07 [119] не превышен.

5.2.3. Защита литосферы

Попадание наночастиц в почвы может происходить из атмосферы (осаждение, адсорбция, адгезия), гидросферы (растворение – осаждение, адсорбция, адгезия) и из биологических объектов (при их жизнедеятельности и разложении). При попадании в почвы наночастицы могут нарушать ее микробиологический состав, оказывая опосредованно влияние на плодородность [120]. Из почвы наночастицы могут проникать в бентос, который берет питательные вещества при переработке почвы, и далее по пищевой цепочке в водоросли и более сложные организмы животного мира. ПДК вредных веществ в почве регламентируется ГН 2.1.7.2041-06 [12].

5.2.4. Организационные мероприятия обеспечения экологической безопасности личного и коллективного уровня

Перед началом работы необходимо ознакомиться с характеристикой исходных веществ и продуктов реакции. Все работающие в лаборатории должны иметь средства индивидуальной защиты: халаты, фартуки, резиновые перчатки, защитные очки и маску. Они должны соответствовать росту сотрудников и утвержденному стандарту.

К средствам индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) относятся респираторы, промышленные противогазы и изолирующие дыхательные аппараты.

По принципу действия СИЗОД в соответствии с ГОСТ 12.4.034-85 [121] делят на две группы: 1) фильтрующие (для защиты в условиях достаточного содержания свободного кислорода в воздухе (не менее 18%) и ограниченного содержания вредных веществ); 2) изолирующие (для защиты в условиях недостаточного содержания кислорода и неограниченного содержания вредных веществ).

Фильтрующие СИЗОД по своему назначению подразделяются на три типа:

- 1) противопылевые — для защиты от аэрозолей;
- 2) противогазовые — для защиты от паро- и газообразных веществ;
- 3) газопылезащитные или универсальные — для защиты от паро- и газообразных вредных веществ и аэрозолей, присутствующих в воздухе одновременно.

Если исходить из концепции разработки методов защиты персонала от наночастиц на производстве, то наиболее приемлемым для охраны здоровья персонала, работающего с наноматериалами, является третий тип фильтрующих СИЗОД.

Учитывая двойственный характер поведения наночастиц и их агломератов — и как мелкодисперсных частиц (более 100 нм), и как молекул газа (наночастицы менее 10 нм), для предотвращения их попадания в органы дыхания рекомендуется использовать газопылезащитные средства индивидуальной защиты.

Во время работы в лабораторных условиях необходимо соблюдать следующие общие правила:

- 1) избегать попадания химикатов и растворов на слизистые оболочки (рта, глаз), кожу, одежду;
- 2) не принимать пищу (питье);
- 3) не курить и не пользоваться открытым огнем;
- 4) обращать внимание на герметичность упаковки химикатов (реактивов), а также на наличие хорошо и однозначно читаемых этикеток на склянках;
- 5) избегать вдыхания химикатов, особенно образующих пыль и пары;
- 6) при работе со стеклянной посудой соблюдать осторожность во избежание порезов кожи рук;

7) при отборе растворов пипетками пользоваться закрепленным в штативе шприцем с соединительной трубкой (не втягивать растворы в пипетку ртом);

8) добавление к пробам растворов химических веществ и сухих реактивов следует производить в резиновых перчатках и защитных очках.

Полученные растворы необходимо классифицировать как химические или токсичные [122] отходы и утилизировать согласно ГОСТ Р 52108-2003 [123].

5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1. Пожаробезопасность.

Наиболее вероятные возможные ЧС в химической лаборатории: пожар, взрыв.

К организационным мерам, уменьшающим масштабы чрезвычайных ситуаций, могут быть отнесены охрана труда и соблюдение техники безопасности. Также необходимо проводить планирование по предупреждению чрезвычайных ситуаций. В химической лаборатории необходимо соблюдение техники безопасности при работе с химическими реактивами, нанопорошками.

Кроме того, возможно возгорание в вытяжном шкафу. Интенсивный приток воздуха при работающей вентиляции способствует распространению пламени, поэтому, если загорание не удалось ликвидировать в первые несколько секунд и горение усиливается, следует отключить мотор вентилятора и закрыть шибер вентиляционного канала. К числу первоочередных мероприятий относятся:

- подача сигнала голосом для привлечения помощи;
- удаление всех способных воспламениться материалов и в первую очередь ЛВЖ из зоны горения или, в случае возможности, удаление источника, воспламенения;

- обесточивание электросети внутри шкафа или отключение электроэнергии общим рубильником;
- применение первичных средств огнетушения

Последовательность действий определяется здравым смыслом и зависит от конкретной ситуации.

Если в вытяжном шкафу проводились работы с токсичными летучими веществами, отключение вентиляции сопряжено с опасностью отравления участников ликвидации пожара. В таких случаях всем находящимся в помещении необходимо надеть противогазы.

Для реализации мероприятий по повышению устойчивости организации к чрезвычайным ситуациям проводятся: организационные, инженерно-технические, специальные мероприятия.

Организационные мероприятия: разработка планов действий на случай ЧС, взаимодействия с МЧС; прогнозирование возможных последствий ЧС; создание общей и локальных систем оповещения; подготовка руководящего состава, проведение учений и тренировок; выделение в должностных инструкциях специального раздела о действиях данного работника в условиях ЧС; разработка технологических карт или инструкций по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций, локализация последствий, восстановление нарушенного производства; обучение персонала действиям по тушению пожара, локализации последствий и восстановлению производства; подготовка эвакуации населения из опасных зон.

Инженерно-технические мероприятия: повышение физической устойчивости зданий, сооружений; автоматический контроль за технологическими процессами и управлением ими; противопожарные мероприятия (сигнализация, средства пожаротушения); сокращение запасов и сроков хранения взрыво-, газо-, пожароопасных веществ; обваловывание емкостей, устройство заглубленных емкостей; дублирование источников

энергоснабжения; защита водоисточников и контроль качества воды; защита наиболее ценного и уникального оборудования.

Специальные мероприятия: накопление средств индивидуальной защиты; создание запасов для нейтрализации разлившихся жидкостей, дегазация местности; проведение учений и тренировок; накопление средств медицинской защиты [ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях]. В лаборатории имеются 2 огнетушителя марки ОУ-2 предназначены для тушения загорания различных веществ и материалов, за исключением щелочноземельных элементов, а также электроустановок под напряжением до 1000В.

К наиболее вероятным источникам ЧС природного характера на территории Томской области относятся: половодье; шквальные ветры и ураганы; лесные пожары; эрозия почв; обильные осадки, в т.ч. крупный град и сильный туман. Предупреждением населения о возможных ЧС, а также ликвидацией их последствий занимается ГУ МЧС по Томской области [124].

.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В настоящее время разработка научных основ создания методологии оценки безопасности наноматериалов и комплексного исследования физико-химических и токсических свойств металлических наночастиц связана с их многообразием и с недостатком научных данных, зачастую несопоставимых между собой. Наноматериалы согласно Постановлению гос. сан. врача РФ №54 от 23.07.2007 г. [125] относятся к опасным, если с помощью достоверных данных не доказано обратное.

К работе в лаборатории допускаются лица достигшие (в том числе студенты, выполняющие курсовые и дипломные работы) 18 лет, прошедшие предварительное медицинское освидетельствование, вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте, стажировку и обучение безопасным приемам

работы под руководством назначенных научных и инженерно-технических работников [126]. Всем сотрудникам также необходимо проходить периодические медицинские обследования [127].

Сотрудники, работающие с нанопорошками, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты (с периодичностью их замены): халат хлопчатобумажный; фартук прорезиненный с нагрудником; перчатки резиновые; нарукавники прорезиненные или хлорвиниловые; противогаз или респиратор; очки защитные. При работе с огне- взрывоопасными веществами: костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой вместо халата х/б; рукавицы хлопчатобумажные с огнезащитной пропиткой; маска защитная или шлем из огнезащитного материала [128]. Исполнение законодательной базы контролирует Федеральная инспекция труда при Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шапорев А.С. Гидротермальный синтез и фотокаталитическая активность нанодисперсных порошков ZnO // Сборник тезисов докладов XIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», Москва, 12-15 апреля 2006 г. – 2006. – Т.4. – С. 478.
2. Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Зыкова А.П. Экология наноматериалов. Учебное пособие. - М: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 272 с.
3. Karepina E., Godymchuk A., Kuznetsov D., Gusev A. High Physicochemical Persistence of Aluminum Nanoparticles in Synthetic Body Fluids // Advanced Materials Research. – 2014 – Vol. 872. – P. 248-256.
4. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
5. Kawazoe Y. Clusters and nanomaterials, theory and experiment. Heidelberg: Springer-Verlag. – 2001. – 345 p.
6. Аналитика Нанопорошки: описание мирового рынка 28.07.2008 // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://abercade.ru/research/analysis/66.html>
7. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э. Л. Наноматериалы. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
8. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М: Химия, 1989. - 464с.
9. Бакеева И.В. Наноструктуры: основные понятия, классификация, способы получения. Учебное пособие - М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2008. – 67 с.
10. Андриевский Р.А. Получение и свойства нанокристаллических тугоплавких соединений // Успехи химии. – 1994. – Т.63(5). – С.431-448.
11. Сухович К.П., Унгурс И.А. Методы изготовления ультрадисперсных порошков металлов // Изв. АН Латв. ССР. – 1983. – № 4(429). – С. 63-77.

12. Цветков Ю.В., Панфилов С.А. Низкотемпературная плазма в процессах восстановления. – М.: Наука, 1980. – 284 с.
13. Сабуров В.П., Черепанов А.Н., Жуков М.Ф. Плазмохимический синтез ультрадисперсных порошков и их применение для модифицирования металлов и сплавов // Низкотемпературная плазма. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. – 1995. – Т. 12. – 312 с.
14. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М: Наука-Физматлит, 2007. – 416 с.
15. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы – М.: ИЦ «Академия», 2005. – 192 с.
16. Gottschalk F, Kost E, Nowack B. Engineered nanomaterials in water and soils: a risk quantification based on probabilistic exposure and effect modeling. Environ Toxicol Chem. – 2013. – Vol. 32. – P. 1278-1287.
17. Zhu S., Oberdorster E., Haasch M.L. Toxicity of an engineered nanoparticles (fullerene, C₆₀) in two aquatic species, Daphnia and fathead minnow // Marine Environmental Research. – 2006. – Vol. 62. – P. 85-89.
18. G. Oberdörster, E. Oberdörster, J. Oberdörster. Nanotoxicology: an emerging discipline involving from studies of ultrafine particles // Environ. Health Perspect. – 2005. – Vol.113 (7). – P. 823-839.
19. Adams L.K., Lyon D.Y., McIntosh A., Alvarez P.J.J. Comparative toxicity of nano scale TiO₂, SiO₂ and ZnO water suspensions // Water Sci. Technol. – 2006. – Vol. 54. – P. 327-334.
20. Мировой рынок нанопорошков в 2003-2009 годах. Маркетинговые отчеты Abercade Consulting // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://abercade.ru/research/reports/3831.html>
21. Aitken R.J., Chaudhry M.Q., Boxall A.B. A., Hull M. Manufacture and use of nanomaterials: current status in the UK and global trends // Occupational Medicine: Oxford Journals | Medicine & Health. – 2006. – Vol. 56. – P. 300–306.

22. Wang Z.L. Zinc oxide nanostructures: growth, properties and application // *J.Pys.Condens.Matter.* – 2004. – Vol. 16. – P. 829-858.
23. Schmidt-Mende L., MacManus-Dricoll. J. ZnO -nanostructures, defects and divices // *Materialstoday.* – 2007. – Vol. 10(5). – P. 40-48
24. Fan Z., Lu J.G. Zinc oxide nanostructures: synthesis and properties // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology.* – 2005. – Vol.5(10). – P.1561-1573.
25. Serpone N., Dondi D., Albini A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products // *Inorganic Chimica Acta.* – 2007. – Vol. 360. – P. 794-802.
26. Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles – Properties, Applications. Azonano: The A to Z Nanotechnologies // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3348>
27. Yuzhen L., Lin G., Huibin X., Lu D., Chunlei Y., Jiannong W., Weikun G., Shihe Y., Ziyu W. Low temperature synthesis and optical properties of small-diameter ZnO nanorods // *Journal of Applied Physics.* – 2006. – Vol. 99. – Paper № 114302.
28. Hachigo A., Nakahata H., Higaki K., Fujii S., Shikata S.I. Heteroepitaxial growth of ZnO films on diamond (111) plane by magnetron sputtering // *Journal of Applied Physics.* – 1994. – Vol. 65. – P. 2556-2558.
29. Morkoc H., Strite S., Gao G.B., Lin M.E., Sverdlov B., Burns M. Large-band-gap SiC, III-V nitride, and II-VI ZnSe-based semiconductor device technologies // *Journal of Applied Physics.* – 1994. – Vol. 76. – paper № 1363.
30. Spanhel L., Anderson M.A. Semiconductor Clusters in the Sol-Gel Process: Quantized Aggregation, Gelation, and Crystal Growth in Concentrated ZnO Colloids // *Journal of American Chemical Society.* – 1991. – Vol. 113. – P. 2826-2833.
31. Bagnall D.M., Chen Y.F., Shen M.Y., Zhu Z., Goto T., Yao T. Room temperature excitonic stimulated emission from zinc oxide epilayers grown by

plasma-assisted MBE // Journal of Crystal Growth. – 1998. – Vol. 184/185. – P. 605-609.

32. Gruzintsev A.N. Yakimov E.E. Annealing Effect on the Luminescent Properties and Native Defects of ZnO // Inorganic Materials. – 2005. – Vol. 41(7). – P.725-729.

33. Willi P., Chandra P.S. Synthesis and characterization of alginate coated zinc calcium phosphate nanoparticles for intestinal delivery of insulin // Process Biochemistry. – 2012. – Vol. 47(5). – P. 882-886.

34. Brida D., Fortunato E., Ferreira I., Aguas H., Martins R. New insights on large area flexible position sensitive detectors // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2009. – Vol. 299. – P. 1272-1276.

35. Suche M., Christoulakis S., Moschovis K., Katsarakis N., Kiriakidis G. ZnO transparent thin films for gas sensor applications. // Thin Solid Films. – 2006. – Vol.515. – P. 551-554.

36. Ashour A., Kaid M., El-Syed N., Ibrahim A. Physical properties of ZnO thin films deposited by spray pyrolysis technique // Applied Surface Science. – 2006. – Vol.252. – P.7844-7848.

37. Hanley C., Layne J., Punnoose A., Reddy K. M. , Coombs I., Coombs A., Feris K., Wingett D. Preferential killing of cancer cells and activated human T cells using ZnO nanoparticles // Nanotechnology . – 2008. – Vol.19 – P. 295-305.

38. Shantikumar N, Abhilash S, VVDivya R, Deepthy M, Seema N, Manzoor K, Satish R. Role of size scale of ZnO nanoparticles and microparticles on toxicity toward bacteria and osteoblast cancer cells. // J. Mater. Sci: Mater Med. – 2009. - Vol.20. – P.235–241.

39. Sawai J., Kawada E., Kanou F., Igarashi H., Hashimoto A., Kokugan T., Shimizu M. Effect of particle size and heating temperature of ceramic powders on antibacterial activity of their slurries. // Journal of Chemical Engineering of Japan. – 1996. – Vol.29(2) – P.251-256.

40. Sawai J., Kojima H., Igarashi H., Hashimoto A., Shoji S., Takehara A., Sawaki T., Kokugan T., Shimizu M. Escherichia coli damage by ceramic powder slurries // Journal of chemical engineering of Japan. – 1997. - Vol.30. – P1034-1039.
41. Sawai J., Shouji S., Igarashi H., Hashimoto A., Kokugan T., Shimizu M., Kojima H., Ferment J. Hydrogen peroxide as an antibacterial factor in zinc oxide powder slurry. // Journal of Fermentation and Bioengineering. – 1998. – Vol.86 – P.521-522.
42. Yang Z, Xie C, Xiang H, Feng J, Xia X, Cai S. IDM release behavior and surface characteristics of the novel Cu/IDM/LDPE nanocomposite for intrauterine device // Colloids Surf B Biointerfaces. – 2009. - Vol.69(2). – RP.276-280.
43. Zhang L., Ding Y., Povey M.J.W., York D.W., Investigation into the antibacterial behaviour of suspensions of ZnO nanoparticles (ZnO nanofluids) // Journal of Nanoparticle Research. – 2007. – Vol.9(3). – P.479-489.
44. Brayner R., Ferrari-Iliou R., Brivois N., Djediat S., Bendetti M.F., Fievet F. Toxicological impact studies based on Escherichia coli bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium // Nano Lett. – 2006. – Vol.6. – P.866-870.
45. Ferin J., Oberdorster G. Biological effects and toxicity assessment of titanium dioxides: anatase and rutile // American Industrial Hygiene Association Journal – 1985. – № 46. – P. 69-72.
46. Gamer A. O., Liebold E., van Ravenzwaay B. The *in vitro* absorbion of microfine ZnO and TiO₂ thourh procine skin // Toxicology in vitro. – 2006. – Vol. 20. – P.301-307.
47. Lademann J. Penetration of TiO₂ microparticles in a sunscreen formulation into hormy layer and the follicular orifice // Skin Pharmacology and Applied Skin Physiology. – 1999. – Vol.12. – P.247-256.
48. Driscoll K.E., Lindenschmidt R.C., Maurer J.K. Pulmonary response to silica or titanium dioxide: inflammatory cells, alveolar macrophage-derived

cytokines, and histopathology // American Journal Respiratory Cell and Molecular Biology – 1990. – Vol.2. – P. 381-390.

49. Borm P.J., Robbins D., Haubold S., Kuhlbusch T., Fissan H., Donaldson. K. The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC // Part Fibre Toxicology. – 2006. – Vol.3. – P.11-35.

50. Song Z., Hrbek J., Osgood R. Formation of TiO₂ nanoparticles by reactive-layer-assisted deposition and characterization by XPS and STM // Nano Letters – 2005. – Vol.5. – P.1327-1332.

51. Wang C., Pagel R., Bahnemann D.W. Quantum yield of formaldehyde formation in the presence of colloidal TiO₂-based photocatalysts: effect of intermittent illumination, platinization, and deoxygenation // Journal of Chemical Physics. – 2004. – Vol.108. – P. 14082-14092.

52. Shi L., Zhao Y., Zhang X., Su H., Tan T. Antibacterial and anti-mildew behavior of chitosan/nano-TiO₂ composite emulsion // Korean J. Chem. Eng. – 2008. – Vol.25. – P.1434-1438.

53. Алексеева О. Воздействие наноматериалов на окружающую среду // Перспективные технологии. – 2008. – Т.15. (13/14). – С.6–9.

54. Serantoni M., Mercadelli E., Costa A., Blosi M. Microwave-assisted polyol synthesis of sub-micrometer Y₂O₃ and Yb-Y₂O₃ particles for laser source application // Ceramics International. – 2010. – Vol.36. – P.103-106.

55. Ивашутенко А.С., Анненков Ю.М., Сивков А.А. Разработка технологии прозрачной керамики на основе оксидов иттрия и алюминия // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – № 3.

56. Балабанов С.С., Гаврищук Е.М., Дроботенко В.В., Пермин Д.А. Получение наноразмерных порошков иттрия методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 2. – P. 91-97.

57. Kopylov Yu.L., Kravchenko V.B., Komarov A.A., Lebedeva Z.M., Shemet V.V. Nd: Y₂O₃ nanopowders for laser ceramics // Optical Materials. – 2007. – Vol.29. – P.1236-1239.

58. Khasanov O.L., Dvilis E.S. Net-shaping nanopowders with powerful ultrasonic action and methods of the density distribution control // Advances in Applied Ceramics. – 2008. – Vol.3. – P.135-141.

59. World Nanomaterials. Industry study with Forecasts for 2016 & 2021, Study No. 2871, 2012 // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.freedoniagroup.com/World-Nanomaterials.html>

60. Kolesnikov E.A., Godymchuk A.Yu., Kuznetsov D.V. The study of emission sources in the work area nanospray science lab // Proceedings of the X International Conference "Prospects for the development of basic sciences," Russia, Tomsk, 23-26 April 2013. - Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2013. – P.911-913.

61. Gusev A., Kuznetsov D., A. Kolesnikov E., Chuprunov C., Kondakov S., Godymchuk A., Karepina E. Bioaccumulation and phytotoxicity of engineered nanopartciles to plants // Abstract Book of the 2nd QNano Integrating Conference “Quality in nanosafety assessment – driving best practice and Innovation”, Prague, Check Republic, 27th February – 1st March 2013, Dublin: University College Dublin, 2013. – P.118.

62. Годымчук А.Ю. Лекции по курсу «Отрасли наноиндустрии и области применения наноматериалов» // Электронный ресурс: <http://portal.tpu.ru/SHARED/g/GODYMCHUK/Education>

63. Онищенко Г.Г., Бикотько Б. Г., Покровский В.И., Потапов А.И. Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов». – 2007. // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/kontseptsiya-toksikologicheskikh-issledovaniy-nanomaterialov>

64. Липатников В.Е., Казаков В.М. Физическая и коллоидная химия: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1981. – 231с.
65. Егорова Е.В. Поленов Ю.В. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие - Иваново: Иван. гос.хим. технолог. ун-т, 2008. – 84 с.
66. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учебное пособие. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 369 с.
67. Farre M., Gajda-Schranz K., Kantiani L., Barcelo D. Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic environment // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2009. – Vol.393. – P.81-95.
68. Studart A.R., Amstad E., Gauckler L.J. Colloidal Stabilization of Nanoparticles in Concentrated Suspensions // Langmuir. – 2007. – Vol.23. – P.1081-1090.
69. Handy R.D., F. von der Kammer, Lead J.R., Hasselov M., Owen R., Crane M. The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles // Ecotoxicology. – 2008. – Vol.17. – P.287-314.
70. Gimbert L., Hamon R., Casey P. Worsfold P. Partitioning and stability of engineered ZnO nanoparticles in soil suspensions using flow field-flow fractionation // Environ Chem. – 2007. – Vol. 4. – P.8-10.
71. Liu J., Qin G., Raveendran P., Ikushima Y. Facile “Green” Synthesis, Characterization, and Catalytic Function of b-d-Glucose-Stabilized Au Nanocrystals // Chemical European Journal. – 2006. – Vol.12. – P.2131-2138.
72. F. Boudjouan, A. Chelouche, T. Touam, D. Djouadi, S. Khodja, M. Tazerout, Y. Ouerdane, Z. Hadjoub Effects of stabilizer ratio on photoluminescence properties of sol-gel ZnO nano-structured thin films // Journal of Luminescence. – 2015. – Vol. 158. – P. 32-37.
73. Namazi H., Fathi F., Dadkhah A. Hydrophobically modified starch using long-chain fatty acids for preparation of nanosized starch particles // Scientia Iranica C. – 2011. – Vol.18(3). – P.439-445.

74. Morais P.C., Santos R.L., Pimenta A.C.M., Azevedo R.B., Lima E.C.D. Preparation and characterization of ultra-stable biocompatible magnetic fluids using citrate-coated cobalt ferrite nanoparticles // *Thin Solid Films*. – 2006. – Vol.515. – P.266-270.
75. Godymchuk A., Karepina E., Yunda E., Lyamina G., Kosova N., Kuznetsov D. Stability study of ZnO nanoparticles in aqueous solutions of carboxylate anions // *Journal of Nanoparticles research*. – 2015. – 17 – P.123.
76. Barick K.C., Hassan P.A. Glycine passivated Fe₃O₄ nanoparticles for thermal therapy // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2012. – Vol.369. – P.96-102.
77. Fukuoka A., Dhepe P.L. Sustainable Green Catalysis by Supported Metal Nanoparticles // *The Chemical Record*. – 2009. – Vol.9. – P.224-235.
78. Chibovsky E., Holyzs L., Terpilovskiy K., Wiacek A. Influence of ionic and lecithin on stability of titanium dioxide in aqueous electrolyte solution // *Croat Chem Acta*. – 2007. – Vol.80. – P.395-403.
79. Marques M.R. C., Loebenberg R., Almukainzi M. Simulated Biological Fluids with Possible Application in Dissolution Testing // *Dissolution Technologies*. – 2011. – Vol.118. – P.15-28.
80. Midander K., Wallinder I.O., Leygraf C. In vitro studies of copper release from powder particles in synthetic biological media // *Environmental Pollution*. – 2007. – Vol.145. – P. 51-59.
81. Abzhanova D., Godymchuk A. Dissolution of Nickel nanoparticles in synthetic physiological fluids // *Advanced materials research*. – 2014. – Vol.880. – P. 248-252.
82. Oller A.R., Cappellini D., Henderson R.G., Bates H.K. Comparison of nickel release in solutions used for the identification of water-soluble nickel exposures and in synthetic lung fluids // *J. Environ. Monit.* – 2009. – Vol.11. – P. 823–829.

83. Карепина Е.Е. Агрегация наночастиц в растворах разной солености // Сборник научных трудов III Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Высокие технологии в современной науке и технике» ВТСНТ – 2014, 26-28 марта 2014, Томск. – 2014. – С.98-100.
84. French R.A., Jacobson A.R., Kim B., Isley S.L., Penn R.L., Baveye P.C. Influence of Ionic Strength, pH, and Cation Valence on Aggregation Kinetics of Titanium Dioxide Nanoparticles // Environ. Sci. Technol. – 2009. – Vol.43(5). – P.1354–1359.
85. Romanello B., Fidalgo de Cortalezzi M.M. An experimental study on the aggregation of TiO₂ nanoparticles under environmentally relevant conditions // Water Research. – 2013. – Vol.47. – P.3887-3898.
86. Прокопов Н.И., Грицкова И.А., Черкасов В.Р. Синтез монодисперсных функциональных полимерных микросфер для иммунодиагностических исследований: Учебник. – М: Высшая школа, 2000. – 51 с.
87. Захарченко В.Н. Коллоидная химия: Учебное пособие для медико-биологических специальностей вузов. – М: Высшая школа, 1989. – 238 с.
88. Rahman T. Transport of aluminum oxide nanoparticles in saturated sand: Effects of ionic strength, flow rate, and nanoparticle concentration // Science of the Total Environment. – 2013. – Vol.463. – P.565-571.
89. Yunda E., Godymchuk A., Kosova N., Kuznetsov D., Senatova S..Surface acid-base Characteristics and their Contribution to Aggregative Stability of Nanoparticles // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol.872. – P.263-270.
90. Классификация нанокластеров и наноструктур // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://zavantag.com/docs/index-17275595-6.html>
91. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М: КомКнига. – 2006. — 592с.

92. Hedberg J., Lundin M., Lowe T., Blomberg E., Wold S., Odnevall Wallinder I. Interactions between surfactants and silver nanoparticles of varying charge // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2012. – № 369. – P. 193-201.
93. Esmaeilzadeh P., Bahramian A., Fakhroueian Z. Adsorption of anionic, cationic and nonionic surfactants on carbonate rock in presence of ZrO_2 nanoparticles // *Physics Procedia*. – 2011. – № 22. – P.63-67.
94. Tkachenko N., Yaremko Z., Bellmann C., Soltys M. The influence of ionic and nonionic surfactants on aggregative stability and electrical surface properties of aqueous suspensions of titanium dioxide // *J Colloid Interface Sci*. – 2006. – Vol.15. – P.686-95.
95. Томас Г. Просвечивающая электронная микроскопия материалов. – М.: Наука, 1983. – 320с.
96. Диагностика металлических порошков/ под ред. Буланова В.Л., - М: Наука, 1983. – 278с.
97. А. Ю. Годымчук, С.И. Сенатова. Определение агрегационной устойчивости промышленных наночастиц в физиологических жидкостях. Методические указания к выполнению лабораторных работ для слушателей программы повышения квалификации. – М: Изд-во «МИСиС». – 2013. – 26 с.
98. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. - М: МГУ имени М.В.Ломоносова. – 2012. – 54с.
99. Бутырская Е.В., Нечаева Л.С., Шапошник В.А., Дроздова Е.И. Отнесение полос в ИК спектрах водных растворов глицина на основе квантово-химического расчета. Сорбционные и хроматографические процессы. - 2012. - №12 (4) - С.501-512.
100. Hidber P.C., Graule T.J., Gauckler L.J. Citric acid – a dispersant for aqueous alumina suspensions // *Journal of American Ceramic Society*. – 1996. – Vol.79(7). – P.1857-1867.

101. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / А. И. Агошков, А. Ю. Трегубенко, Т. И. Вершкова; Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ). — Москва: Проспект, 2015. — 157 с.: ил. — Библиогр.: с. 153-154.

102. Лернер М.И. Элетровзрывные нанопорошки неорганических материалов: технология производства, характеристики, области применения: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: спец. 01.04.07 / М. И. Лернер ; Институт физики прочности и материаловедения СО РАН; Томский политехнический университет; Научно-исследовательский институт высоких напряжений (НИИВН). — Защищена 29.05.2007 г. — Томск: Б.и., 2007. — с. 284-312

103. Квон Я.С., Ильин А.П., Рихерт С.В., Тихонов Д.В., Яблуновский Г.В. Триботехнические характеристики нанопорошков различной дисперсности, полученных из сплавов CuNi // Физика и химия обработки материалов. - 2005. - № 6. - С.52-57.

104. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

105. Живописцев В.П., Селезнева Е. А., Аналитическая химия цинка. — М: Наука. — 1975. — 543с.

106. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

107. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

108. СП 42.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. — М.: Минстрой России. — 2011.

109. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях. — М.: Минздрав России. - 2003.

110. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
111. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки
112. СНиП 23-03-2003. Защита от шума
113. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
114. Правила устройства электроустановок ПУЭ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 8 июля 2002 г. N 204, Раздел 1. Общие правила
115. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России. – 2005
116. ГОСТ ИСО 14644-1-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды
117. ГОСТ 17.1.3.06–82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод
118. ГОСТ 17.1.3.13–86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений
119. ГН 2.1.5.2280-07 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
120. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве Минздрав России. – 2006.
121. ГОСТ 12.4.034-85. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка
122. ГОСТ 30772-2001: Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения

123. *ГОСТ Р 52108-2003*. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения

124. Главное Управление МЧС по Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://70.mchs.gov.ru>

125. Постановление гос. сан. врача РФ №54 от 23.07.2007 г. "О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы"

126. ТК РФ. Охрана труда. Организация охраны труда. Статья 217. Служба охраны труда в организации

127. ТК РФ. Охрана труда. Требования охраны труда. Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий сотрудников

128. ТК РФ. Охрана труда. Требования охраны труда. Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда