

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

---

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Кафедра наноматериалов и нанотехнологий

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Приготовление седиментационно-устойчивых суспензий промышленных<br/>нанопорошков</b> |  |

УДК 66.063:621.762-022.532

Студент

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 4Б22   | Айрапетян Диана Кареновна |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Годымчук А.Ю. | к.т.н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность          | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент каф. МЕН | Грахова Е.А. |                           |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Назаренко О.Б. | д.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой                      | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| наноматериалов и<br>нанотехнологий | Хасанов О.Л. | д.т.н.,с.н.с.             |         |      |

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

---

Институт физики высоких технологий

Направление подготовки 22.03.01 «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  
**4Б22**

ФИО  
**Айрапетян Диане Кареновне**

Тема работы:

**Приготовление седиментационно-устойчивых суспензий промышленных нанопорошков**

Утверждена приказом директора ИФВТ № 2598/с от 05.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы: 13.06.2016г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

- 1) Литературные источники (базы данных [www.shpringer.com](http://www.shpringer.com), [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), [www.kodex.ru](http://www.kodex.ru))
- 2) Оборудование, лабораторный инвентарь лаборатории кафедры наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета
- 3) Наноразмерные порошки оксида алюминия, полученные с помощью электрического взрыва проводника и плазмохимического синтеза.

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

- 1) провести литературный обзор, включающий применение, классификацию, свойства и получение нанопорошков, классификацию и свойства дисперсных систем, методы стабилизации водных суспензий промышленных наночастиц;
- 2) определить фазовый и дисперсионный состав нанопорошков с помощью рентгенофазового анализа, просвечивающей электронной микроскопии, метода низкотемпературной адсорбции азота;
- 3) оценить влияние размера наночастиц, природы ПАВ и времени выдерживания на агрегативную и седиментационную устойчивость водных суспензий промышленных наночастиц  $Al_2O_3$  с помощью методов лазерной дифракции и спектрофотометрии;
- 4) разработать методические рекомендации к приготовлению агрегативно- и седиментационно- устойчивых суспензий нанопорошка  $Al_2O_3$ .

### Перечень графического материала

Экспериментальные зависимости изменения среднего размера, характера распределения частиц по размерам и светопропускания водных суспензий промышленных наночастиц  $Al_2O_3$  в зависимости от размера наночастиц, состава ПАВ и времени выдерживания.

### Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

| Раздел                                                          | Консультант    |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| Литературный обзор                                              | Годымчук А.Ю.  |
| Экспериментальная часть                                         | Годымчук А.Ю.  |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Грахова Е.А.   |
| Социальная ответственность                                      | Назаренко О.Б. |
| Раздел на английском языке                                      |                |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

*Разделы на русском языке: введение, реферат, литературный обзор, обсуждение результатов, приложения.*

*Список используемых источников – на языке оригинала*

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику: 01 февраля 2016 г.

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------------|
| доцент    | А.Ю. Годымчук | к.т.н.                 |         | 01.02.2016 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО            | Подпись | Дата       |
|--------|----------------|---------|------------|
| 4Б22   | Д.К. Айрапетян |         | 01.02.2016 |

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

Институт *физики высоких технологий*

Направление подготовки 22.03.01 «*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: | 13.06.2016г. |
|------------------------------------------|--------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 28.04.2016г.  | Литературный обзор по теме                            | 20                                 |
| 12.05.2016г.  | Методики эксперимента                                 | 30                                 |
| 02.06.2016г.  | Обсуждение результатов                                | 50                                 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------------|
| доцент    | А.Ю. Годымчук | к.т.н.                 |         | 03.02.2016 |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Зав. кафедрой                   | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|---------------------------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| наноматериалов и нанотехнологий | О.Л. Хасанов | д.т.н., с.н.с.         |         | 03.02.2016 |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 83 с., 14 рис., 27 табл., 85 источников.

**Объектами исследования** являются промышленные нанопорошки  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , полученные методом плазмохимического синтеза и электрическим взрывом проводника.

**Цель работы:** экспериментальный подбор условий для приготовления агрегативно- и седиментационно-устойчивых водных суспензий нанопорошков оксида алюминия.

В процессе исследования был сделан обзор периодической и учебной литературы, включающий в себя свойства, получение и применение нанопорошков, классификацию и свойства дисперсных систем, а также методы стабилизации водных суспензий промышленных наночастиц.

Степень внедрения: разработаны методические рекомендации для приготовления водных суспензий промышленных нанопорошков  $\text{Al}_2\text{O}_3$  со средним размером частиц 45...140 нм с максимальной седиментационной устойчивостью в течение часа.

Область применения: полученные в работе результаты могут быть использованы при проведении дисперсионного анализа промышленных нанопорошков с помощью лазерной дифракции, а также для приготовления седиментационно-устойчивых суспензий наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  разного размера.

Экономическая значимость работы: подобраны условия диспергирования промышленных наночастиц в водных суспензиях с применением нетоксичных стабилизаторов, полученные результаты позволили усовершенствовать «мокрый» метод анализа дисперсности порошков, при этом время анализа занимает не более 30 минут.

В будущем планируется разработать агрегативно-устойчивые суспензии биологически активных металлов для создания бактерицидных суспензий широкого действия.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В данной работе применены следующие сокращения:

ПЭМ – просвечивающий электронный микроскоп;

БЭТ – метод низкотемпературной адсорбции азота;

РФА – рентгенофазовый анализ;

ЭВП – электрический взрыв проводников;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-45 – нанопорошок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со средним размером частиц 45 нм;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-50 – нанопорошок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со средним размером частиц 50 нм;

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-140 – нанопорошок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со средним размером частиц 140 нм;

УЗ – ультразвук;

ЛД – лазерная дифракция;

ПАВ – поверхностно-активное вещество;

Glyc – аминокислота, глицин;

CitrAc – лимонная кислота;

d<sub>ср</sub> – средний размер частиц в суспензии или порошке, нм;

ΔT<sub>60</sub> – изменение коэффициента светопропускания суспензий наночастиц в течение 60 минут.

## Оглавление

|                                                                      |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>РЕФЕРАТ.....</b>                                                  | <b>5</b>                                         |
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                 | <b>9</b>                                         |
| <b>1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....</b>                                    | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>1.1 Применение, классификация и свойства нанопорошков .....</b>   | <b>Ошибка!</b><br><b>Закладка не определена.</b> |
| 1.1.1 Нанопорошки: определение и классификация....                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.1.2 Свойства нанопорошков .....                                    | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.1.3 Получение нанопорошков .....                                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.1.4 Применение нанопорошков $Al_2O_3$ .                            | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>1.2 Свойства наночастиц в водных суспензиях .....</b>             | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.2.1 Дисперсные системы и классификация .....                       | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.2.2 Устойчивость дисперсных систем.                                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.2.3 (Эко)токсичность нанопорошков в водных средах .                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 1.2.4 Использование ПАВ для стабилизации дисперсных систем....       | <b>Ошибка!</b><br><b>Закладка не определена.</b> |
| <b>1.3 Постановка цели и задач .....</b>                             | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....</b>                               | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>2.1 Получение и исследование сухих порошков .....</b>             | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.1.1 Электрический взрыв проводников.....                           | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.1.2 Плазмохимический синтез .....                                  | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.1.3 Рентгенофазовый анализ .....                                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.1.4 Метод низкотемпературной адсорбции азота .....                 | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.1.5 Просвечивающая электронная микроскопия .....                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>2.2 Приготовление и исследование суспензий нанопорошков .....</b> | <b>Ошибка!</b><br><b>Закладка не определена.</b> |
| 2.2.1 Нанопорошки оксида алюминия ...                                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.2.2 Растворы поверхностно-активных веществ .....                   | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.2.3 Метод лазерной дифракции .....                                 | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| 2.2.4 Спектрофотометрия .....                                        | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....</b>                                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |
| <b>4 ВЫВОДЫ .....</b>                                                | <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>           |

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....</b>                                          | <b>11</b> |
| <b>5.1 Оценка коммерческого потенциала проекта.....</b>                                                                  | <b>11</b> |
| 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                                                           | 11        |
| 5.1.2 SWOT-анализ разработки методики приготовления седиментационно-устойчивых суспензий промышленных нанопорошков ..... | 12        |
| <b>5.2 Планирование научно-исследовательской работы .....</b>                                                            | <b>14</b> |
| 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....                                                               | 14        |
| 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....                                                                    | 15        |
| 5.2.3 Разработка графика выполнения научного исследования.....                                                           | 16        |
| <b>5.3 Бюджет научного исследования .....</b>                                                                            | <b>18</b> |
| 5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ .....                                                                               | 18        |
| 5.3.2 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей темы ..                                                    | 19        |
| 5.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....                                                      | 20        |
| 5.3.4 Накладные расходы.....                                                                                             | 21        |
| 5.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта                                                      | 21        |
| <b>5.4 Оценка научно-технического уровня НТИ .....</b>                                                                   | <b>22</b> |
| <b>6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>                                                                                 | <b>28</b> |
| <b>6.1 Производственная безопасность.....</b>                                                                            | <b>29</b> |
| 6.1.1 Анализ вредных факторов рабочей среды .....                                                                        | 29        |
| 6.1.2 Анализ опасных факторов рабочей среды.....                                                                         | 34        |
| <b>6.2 Экологическая безопасность .....</b>                                                                              | <b>35</b> |
| 6.2.1 Защита атмосферы.....                                                                                              | 35        |
| 6.2.3 Защита гидросферы.....                                                                                             | 36        |
| 6.2.4 Защита литосферы.....                                                                                              | 36        |
| <b>6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....</b>                                                                    | <b>37</b> |
| 6.3.1 Пожаробезопасность .....                                                                                           | 37        |
| <b>6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...</b>                                                | <b>38</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>                                                                                           | <b>39</b> |



## ВВЕДЕНИЕ

Производство нанопорошков металлов и их соединений увеличивается с каждым днем [1]. Согласно исследованиям ученых, отличные от свойств макродисперсных материалов свойства наночастиц открывают широкий диапазон применения нанопорошков в медицине, лакокрасочной промышленности, металлургии, производстве керамики и других областях [2]. Ускоренное развитие нанотехнологий требует изучения характеристик наноматериалов и наночастиц, получаемых различными физико-химическими методами. Исследование свойств и поведения высокодисперсных систем, которые образуют промышленные наночастицы в жидкой среде, одно из развивающихся направлений в нанотоксикологии, диагностике наноматериалов, биомедицине. Это связано с тем, что для ряда применений высокодисперсных материалов необходимо готовить суспензии с заданными дисперсионными и реологическими свойствами, данных о которых в литературе недостаточно.

**Целью выпускной квалификационной работы** является экспериментальный подбор условий для приготовления агрегативно- и седиментационно-устойчивых водных суспензий нанопорошков оксида алюминия.

В работе установлены закономерности изменения агрегативной и седиментационной устойчивости водных суспензий промышленных нанопорошков со средним размером части 45...140 нм в зависимости от условий пробоподготовки.

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

Студенту:

|                     |          |                                  |                                                        |
|---------------------|----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Группа<br>4Б22      |          | ФИО<br>Айрапетян Диане Кареновне |                                                        |
| Институт            | ИФВТ     | Кафедра                          | НМНТ                                                   |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность        | 22.03.01<br>«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 | НИ выполняется в лаборатории научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии». Приблизительная стоимость ресурсов научного исследования, в том числе научно-технического оборудования, составляет около 70,8 тыс. руб. |
| 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                                                     | - Потенциальные потребители результатов исследования;<br>- SWOT-анализ позволил провести оценку потенциала и перспективности реализации научно-исследовательского проекта                           |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта                                                            | Не разрабатывается                                                                                                                                                                                  |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | - Планирование научно-исследовательского проекта (цели и результат проекта; перечень работ; определение трудоемкости работ; построение графика работ)<br>- Бюджет научно-исследовательского проекта |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности                                           | - Оценка научно-технического уровня исследования                                                                                                                                                    |

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

|                                             |
|---------------------------------------------|
| 1. SWOT-анализ                              |
| 2. Гистограмма трудовых ресурсов по времени |
| 3. График Ганта                             |
| 4. Бюджет проекта                           |
| 5. Оценка НТУ                               |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

|           |                             |                        |         |      |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО                         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ассистент | Грахова Елена Александровна |                        |         |      |

Задание принял к исполнению студент:

|        |                           |         |      |
|--------|---------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
| 4Б22   | Айрапетян Диана Кареновна |         |      |

## **5 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Основная деятельность данного научно-исследовательского проекта связана с изучением методик и способов приготовления седиментационно-устойчивых суспензий промышленных нанопорошков оксида алюминия. НИ выполняется в лаборатории научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии».

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научного исследования.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Оценка коммерческого и инновационного потенциала исследования;
- Планирование работ по НТИ;
- Оценка стоимости материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов исследования,
- Оценка научно-технического уровня проекта

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала проекта**

#### ***5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования***

Исследование свойств и поведения высокодисперсных систем, которые образуют промышленные наночастицы в жидкой среде, одно из развивающихся направлений в нанотоксикологии. Это связано, в частности, с тем, что для исследования экотоксикологических свойств высокодисперсных материалов необходимо готовить суспензии с заданными дисперсионными и реологическими свойствами.

Данное исследование может найти свое применение в медицине, в лабораториях, в которых проводятся экологические исследования, в лакокрасочной промышленности.

### 5.1.2 SWOT-анализ разработки методики приготовления седиментационно-устойчивых суспензий промышленных нанопорошков

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) [67].

Целью данного анализа является определение сильных и слабых сторон научного исследования, а также его потенциальных возможностей и угроз.

Данное исследование включает в себя изучение свойств порошков с различным средним диаметром (размера, морфологических характеристик, химических свойств), обработки ультразвуком и добавления ПАВа на стабильность суспензий, и как результат, подбор оптимальных условий для получения седиментационно стабильных суспензий наноразмерных и ультрадисперсных порошков. Матрица SWOT приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Матрица SWOT разработки методики приготовления сегментационно устойчивых суспензий промышленных нанопорошков

|                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Сильные стороны проекта:</b><br>S1. Простое в обслуживании оборудование.<br>S2. Квалифицированная проектная команда.<br>S3. Наличие оборудования и материалов для исследования<br>S4. Наличие бюджетного финансирования. | <b>Слабые стороны проекта:</b><br>W1. Качество изготовленных образцов.<br>W2. Длительный срок подбора оптимальных условий, для изготовления образцов.<br>W3. Влияние внешней среды, на устойчивость образцов |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Возможности:</b><br>O1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.<br>O2. Использование массового производства.<br>O3. Появление дополнительного спроса на результаты исследований                                                                                   | O1S2S4;<br>O2S1S2S3S4;<br>O3S1S3.                                                                                                                                                                                           | O2W1W2W3;<br>O3W1W2W3;                                                                                                                                                                                       |
| <b>Угрозы:</b><br>T1. Отсутствие спроса на результаты исследований<br>T2. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации образцов<br>T3. Возможный рост стоимости сырья<br>T4. Отсутствие финансового обеспечения со стороны государства | T1S4;<br>T2S1S2S3;<br>T3S1S2S3S4;<br>T4S3S4;                                                                                                                                                                                | T1W1W2W3;<br>T2W1;<br>T3W1W2;<br>T4W1W2;                                                                                                                                                                     |
| Примечание: S – сильные стороны, W – слабые стороны, O – возможности, T – угрозы.                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                              |

Построение возможностей и угроз на основе SWOT-матрицы позволяет оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Анализ возможностей и угроз НИР представлены в таблицах 5.2. и 5.3.

Таблица 5.2 – Интерактивная матрица возможностей

|                                                                   |                         |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|----|----|----|
| Возможности<br>(O)                                                | Сильные стороны проекта |    |    |    |    |
|                                                                   |                         | S1 | S2 | S3 | S4 |
|                                                                   | O1                      | -  | +  | -  | +  |
|                                                                   | O2                      | +  | +  | +  | +  |
|                                                                   | O3                      | +  | -  | +  | -  |
|                                                                   | Слабые стороны проекта  |    |    |    |    |
|                                                                   |                         | W1 | W2 | W3 |    |
|                                                                   | O1                      | -  | -  | -  | -  |
|                                                                   | O2                      | +  | +  | +  | +  |
|                                                                   | O3                      | +  | +  | +  | +  |
| Примечание: «+» - слабое соответствие, «-» - сильное соответствие |                         |    |    |    |    |

Таблица 5.3 – Интерактивная матрица угроз

|                                                                   |                         |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|----|----|----|
| Угрозы (T)                                                        | Сильные стороны проекта |    |    |    |    |
|                                                                   |                         | S1 | S2 | S3 | S4 |
|                                                                   | T1                      | -  | -  | -  | +  |
|                                                                   | T2                      | +  | +  | +  | -  |
|                                                                   | T3                      | +  | +  | +  | -  |
|                                                                   | T4                      | -  | -  | +  | +  |
|                                                                   | Слабые стороны проекта  |    |    |    |    |
|                                                                   |                         | W1 | W2 | W3 |    |
|                                                                   | T1                      | +  | +  | +  | +  |
|                                                                   | T2                      | +  | -  | -  | -  |
|                                                                   | T3                      | +  | +  | -  | -  |
|                                                                   | T4                      | +  | +  | -  | -  |
| Примечание: «+» - слабое соответствие, «-» - сильное соответствие |                         |    |    |    |    |

Исходя из SWOT-анализа, можно сделать выводы, что данное научное исследование обладает такими сильными сторонами, как наличие бюджетного финансирования, наличие квалифицированной команды, а также простота в

обслуживании и эксплуатации рабочего метода. К недостаткам можно отнести длительные сроки подготовки образцов и их исследования. Главным достоинством НТИ, является то, что в ходе исследования выявляются достоинства и недостатки изготовленных образцов, а также методов их исследования. Однако, возможны значительные угрозы в виде отсутствия финансирования, роста стоимости сырья, а также его времени доставки.

## 5.2 Планирование научно-исследовательской работы

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется группа, в состав которой входит руководитель и дипломник. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                 | № раб | Содержание работ                               | Должность исполнителя   |
|------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|-------------------------|
| Составление ТЗ                                 | 1     | Составление и утверждение технического задания | Руководитель            |
| Выбор направления исследований                 | 2     | Изучение литературы                            | Дипломник               |
|                                                | 3     | Составление схемы проекта                      | Руководитель            |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 4     | Выбор оборудования                             | Руководитель, Дипломник |
|                                                | 5     | Проверка оборудования                          | Руководитель, дипломник |
| Выполнение задания                             | 6     | Выполнение работы                              | Дипломник               |
|                                                | 7     | Составление пояснительно записки               | Дипломник               |
| Обобщение и оценка результатов                 | 8     | Оценка полученных результатов, отчет           | Руководитель            |
|                                                | 9     | Сдача проекта                                  | Дипломник, руководитель |

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества факторов [68].

Для определения ожидаемого значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, ч-д;  $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (наиболее благоприятные обстоятельства), ч-д;  $t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (наиболее неблагоприятные обстоятельства), ч-д.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (5.2)$$

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал}, \quad (5.3)$$

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5.4)$$

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

По результатам подсчета  $k_{\text{кал}} = 1,48$

### 5.2.3 Разработка графика выполнения научного исследования

Для того, чтобы рассчитать все затраты проекта, был разработан график выполнения НИИ. В качестве графика можно использовать диаграмму Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [67].

Данные для построения графика представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Временные показатели проведения научного исследования

| Номер<br>этапа                                                                                      | Название<br>работы                      | Трудоемкость работ,<br>чел- дни |            |           | Исполнители | Длительность<br>работ в<br>рабочих<br>днях,<br>$T_{pi}$ | Длитель-<br>ность<br>работ в<br>календарных<br>днях<br>$T_{ki}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|------------|-----------|-------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     |                                         | $t_{\min}$                      | $t_{\max}$ | $t_{ожи}$ |             |                                                         |                                                                 |
| 1                                                                                                   | Составление<br>ТЗ                       | 1                               | 2          | 1,4       | 1           | 1                                                       | 1                                                               |
| 2                                                                                                   | Изучение<br>литературы                  | 20                              | 27         | 22,8      | 1           | 23                                                      | 34                                                              |
| 3                                                                                                   | Составление<br>схемы проекта            | 1                               | 2          | 1,4       | 1           | 1                                                       | 1                                                               |
| 4                                                                                                   | Выбор<br>оборудования                   | 3                               | 5          | 3,8       | 2           | 2                                                       | 3                                                               |
| 5                                                                                                   | Настройка<br>оборудования               | 5                               | 8          | 6,2       | 2           | 4                                                       | 6                                                               |
| 6                                                                                                   | Выполнение<br>работы                    | 30                              | 45         | 36        | 1           | 36                                                      | 53                                                              |
| 7                                                                                                   | Составление<br>пояснительной<br>записки | 10                              | 15         | 12        | 1           | 12                                                      | 18                                                              |
| 8                                                                                                   | Проверка<br>проекта                     | 7                               | 10         | 8,2       | 2           | 4                                                       | 6                                                               |
| 9                                                                                                   | Сдача проекта                           | 3                               | 5          | 3,8       | 2           | 2                                                       | 3                                                               |
|                                                                                                     | Итого:                                  |                                 |            |           |             | 84                                                      | 125                                                             |
| <i>Приложение: <math>t_{\min}</math> и <math>t_{\max}</math> определены экспериментальным путем</i> |                                         |                                 |            |           |             |                                                         |                                                                 |

По результатам расчетов строится диаграмма Ганта, приведенная в таблице 5.6.

На основе анализа составленной диаграммы Ганта можно сделать вывод, что продолжительность работ составляет 13 декад, начиная с второй декады



февраля. Заканчивая второй декадой июня. 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. Продолжительность выполнения исследования составит 125 календарных дней: 11 дней – продолжительность выполнения работ руководителем, 114 дней – продолжительность выполнения работ дипломником.

Таблица 5.6 – Диаграмма Ганта

| Этап работы                                                        | Исполнитель | Т <sub>кп</sub> , раб. дн. | Продолжительность выполнения работ |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------------|---|------|-------------|-------------|-------------|---|---|-----|---|-------------|-------------|---|---|--|
|                                                                    |             |                            | февраль                            |   | март |             |             | апрель      |   |   | май |   |             | июнь        |   |   |  |
|                                                                    |             |                            | 1                                  | 2 | 1    | 2           | 3           | 1           | 2 | 3 | 1   | 2 | 3           | 1           | 2 | 3 |  |
| Составление ТЗ                                                     | Р           | 1                          | <div></div>                        |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Изучение литературы                                                | Д           | 34                         | <div></div>                        |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Составление схемы проекта                                          | Р           | 1                          |                                    |   |      | <div></div> |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Выбор оборудования                                                 | Р           | 2                          |                                    |   |      | <div></div> |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
|                                                                    | Д           | 1                          |                                    |   |      | <div></div> |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Настройка оборудования                                             | Р           | 2                          |                                    |   |      | <div></div> |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
|                                                                    | Д           | 4                          |                                    |   |      |             | <div></div> |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Выполнение работы                                                  | Д           | 53                         |                                    |   |      |             |             | <div></div> |   |   |     |   |             |             |   |   |  |
| Составление пояснит. записки                                       | Д           | 18                         |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   | <div></div> |             |   |   |  |
| Проверка проекта                                                   | Р           | 4                          |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             | <div></div> |   |   |  |
|                                                                    | Д           | 2                          |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             | <div></div> |   |   |  |
| Сдача проекта                                                      | Р           | 1                          |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             | <div></div> |   |   |  |
|                                                                    | Д           | 2                          |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             | <div></div> |   |   |  |
| Примечание: Д- дипломник <div></div> ; Р- руководитель <div></div> |             |                            |                                    |   |      |             |             |             |   |   |     |   |             |             |   |   |  |

### 5.3 Бюджет научного исследования

Затраты на проведение НТИ включают:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;
- накладные расходы.

#### 5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты на проведение данного НТИ включают затраты на исходное сырье для исследования (нанопорошки, химические реактивы, дистиллированная вода), затраты на лабораторную посуду, канцелярские товары. Расчет затрат на материалы производился по формуле 5.5:

$$З_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m Ц_i \times N_{расхi}, \quad (5.5)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых при выполнении научного исследования;  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;  $Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;  $k_T = 0,15$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Список материальных затрат представлен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Материальные затраты на закупку исходного сырья для исследования

| Наименование                                               | Единица измерения | Количество | Цена ед., руб | Затраты на материал, руб |
|------------------------------------------------------------|-------------------|------------|---------------|--------------------------|
| Нанопорошок оксида алюминия                                | кг                | 0,5        | 12120         | 6060                     |
| Азотная кислота                                            | л                 | 1          | 46            | 46                       |
| Лимонная кислота                                           | кг                | 1          | 146           | 146                      |
| Глицин                                                     | кг                | 1          | 192           | 192                      |
| Дисциплированная вода                                      | л                 | 150        | 12            | 1800                     |
| Лабораторная посуда                                        | --                | --         | --            | 1000                     |
| Канцелярские товары                                        |                   | --         | --            | 500                      |
| Итого:                                                     |                   |            |               | 4329                     |
| Величина затрат с учетом транспортно-заготовительных работ |                   |            |               | 9800                     |

### 5.3.2 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей темы

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.6)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата;  $З_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

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

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (5.7)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д. (таблица 5.5);  $З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d}, \quad (5.8)$$

где  $Z_m$ -месячный должностной оклад работника в рублях. М – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня М =11,2 месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  – количество рабочих дней в месяце (26 при шести дневной рабочей неделе, 22 при пяти дневной рабочей неделе), раб. д.;

$$Z_m = Z_{tc} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (5.9)$$

$Z_{tc}$ -заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5.  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители            | $Z_{tc}$ , руб. | $Z_{допл}$ , руб. | $Z_{рк}$ , руб. | $Z_m$ , руб. | $Z_{дн}$ , руб. | $T_p$ , раб. дн. | $Z_{осн}$ , руб. |
|------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|------------------|
| Доцент                 | 23000           | 4600              | 6900            | 34476        | 1326            | 62               | 82212            |
| Студент                | -               | -                 | -               | -            | -               | 1-               | -                |
| Итого $Z_{осн}$ , руб. |                 |                   |                 |              |                 |                  | 82212            |

Расчет дополнительной заработной платы, размер которой составляет 12 – 15% (14%) от основной, представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

| Исполнители            | $k_{доп}$ | $Z_{осн}$ , руб. | $Z_{доп}$ , руб. | $Z_{зп}$ , руб. |
|------------------------|-----------|------------------|------------------|-----------------|
| Доцент                 | 0,15      | 82212            | 12331,8          | 94543,8         |
| Студент                | -         | -                | -                | -               |
| Итого $Z_{осн}$ , руб. |           | -                | -                | 94543,8         |

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

В данном пункте отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.10)$$

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{внеб} = 0,30 \cdot (94543) = 28362,9 \text{ руб.}$$

#### **5.3.4 Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр}, \quad (5.11)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составляют:  $З_{накл} = (132685) \cdot 0,16 = 21229,6 \text{ руб.}$

#### **5.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования сметы затрат, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Смета научного исследования

| Наименование статьи расходов                                 | Сумма, руб. |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                              | Исп. 1      |
| Материальные затраты НТИ                                     | 9800        |
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 82212       |
| Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 12311       |
| Отчисления во внебюджетные фонды                             | 28362,9     |
| Накладные расходы                                            | 21229,6     |
| Бюджет затрат НТИ                                            | 153 914     |

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что общие затраты на реализацию научно-исследовательского проекта составят 153,9 тысяч рублей, из которых более 47% связаны с оплатой труда.

#### 5.4 Оценка научно-технического уровня НТИ

Важнейшим результатом проведения НТИ является его научно-технический уровень, который характеризует, в какой мере выполнены работы и обеспечивается ли научно-технический прогресс в данной области. В последнее время для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НТИ, получил распространение метод бальных оценок. Бальная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям или рассчитывают по формуле. На этой основе делается вывод о целесообразности НИР. Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент ее научно-технического уровня по формуле:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 R_i \times n_i \quad (5.11)$$

где  $H_T$  — показатель научно-технического уровня, определенный по трем признакам;

$R_i$  — весовой коэффициент  $i$ -го признака научно-технического эффекта;  
 $p_i$  — количественная оценка  $i$ -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 5.11 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

| Признак НТУ               | Примерное значение весового коэффициента |
|---------------------------|------------------------------------------|
| 1. Уровень новизны        | 0,5                                      |
| 2. Теоретический уровень  | 0,3                                      |
| 3. Возможность реализации | 0,2                                      |

Таблица 5.12 – Баллы для оценки уровня новизны

| Уровень новизны      | Характеристика уровня новизны                                                                           | Баллы |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Принципиально новая  | Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, способ                 | 8-10  |
| Новая                | По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия, дополняют ранее полученные результаты | 5-7   |
| Относительно новая   | Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами                | 2-4   |
| Не обладает новизной | Результат, который ранее был известен                                                                   | 0     |

Таблица 5.13 – Баллы значимости теоретических уровней

| Теоретический уровень полученных результатов                                                                    | Баллы |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Установка закона, разработка новой теории                                                                    | 10    |
| 2. Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений | 8     |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)                                                          | 6   |
| 4. Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций) | 2   |
| 5. Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений              | 0,5 |

Результаты оценок признаков отображены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Количественная оценка признаков НИОКР

| Признак научно-технического эффекта НИР | Характеристика признака НИОКР                                                     | $K_i$ | $P_i$ |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| 1. Уровень новизны                      | По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия                  | 0,5   | 6     |
| 2. Теоретический уровень                | Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.) | 0,3   | 7     |
| 3. Возможность реализации               | Время реализации в течение первых лет                                             | 0,2   | 7     |
| 4. Масштабы реализации                  | Одно или несколько предприятий                                                    | 0,2   | 2     |

Используя исходные данные по основным признакам научно-технической эффективности, определяем показатель научно - технического уровня:

$$H_m = 0,5 \times 6 + 0,3 \times 7 + 0,2 \times 10 = 6,9$$

Таблица 5.15 – Оценка уровня научно-технического эффекта

| Уровень НТУ          | Показатель НТУ |
|----------------------|----------------|
| Низкий               | 1 - 4          |
| Средний              | 4 - 7          |
| Сравнительно высокий | 7 - 10         |
| Высокий              | 10 - 13        |



Таким образом, данная НИР имеет сравнительно средний уровень НТУ, равный 6,9.

В данном разделе ВКР была произведена Оценка коммерческого и инновационного потенциала исследования. SWOT анализ научного исследования выявил сильные и слабые стороны научно-исследовательской работы, недостатки не ставят под угрозу возможность его реализации. Результаты НТИ могут быть коммерциализированы и найти свое применение в медицине, в лабораториях, в которых проводятся экологические исследования, в лакокрасочной промышленности.

Осуществлено планирование работ по НТИ. Общая продолжительность выполнения исследования составила 125 календарных дней.

Сформирован примерный бюджет научного исследования. Смета по выполнению НИР составила 153914 рублей.

Не смотря на средний научно-технический уровень исследования можно говорить о его перспективности и бюджетной ресурсоэффективности исследования.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                       |
|--------|---------------------------|
| 4Б22   | Айрапетян Диане Кареновне |

| Институт            | ИФВТ     | Кафедра                   | НМНТ                                                |
|---------------------|----------|---------------------------|-----------------------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» |

### ЗАДАНИЕ

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>               | <i>Характеристика объекта исследования: порошки оксида алюминия, полученные методом электрического взрыва проводника и методом плазмохимического синтеза, исследование проводится в лаборатории научно-образовательного центра “Наноматериалы и нанотехнологии”</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>1. Производственная безопасность</b>                                         | <p><i>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– неблагоприятные метеорологические условия;</li> <li>– вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны;</li> <li>– воздействие шума, ультразвука, вибрации;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей поверхности;</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p><i>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность</li> </ul> |
| <b>2. Экологическая безопасность:</b>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                        |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды                            |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>                       | – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: пожаробезопасность;                                        |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> | – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; |

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

**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   | Айрапетян Диана Кареновна |         |      |

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В данной части, рассмотрены главные критерии социальной ответственности, возникающие непосредственно в ходе научно-исследовательской деятельности.

Данная работа выполнялась в лаборатории научно-образовательного центра “Нanomатериалы и нанотехнологии” Томского политехнического университета. В работе оценивали поведение оксида алюминия в водных суспензиях: дистиллированной воде, 1М растворах глицина, 0,5М лимонной, кислоты. Рассмотрены основные пути проявления опасных и вредных факторов при работе в лаборатории, которые связаны с непосредственным воздействием нанопорошков металлов, а также химических реагентов для приготовления растворов. Более того, при проведении эксперимента в лаборатории используются электроэнергия, взрыво- и пожароопасные вещества.

## **6.1 Производственная безопасность**

Соблюдение норм социальной защиты работников предприятия на должном уровне будет способствовать повышению эффективности производства, стабилизации социальной ситуации и увеличению прибыли предприятия.

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 [69].

Вредный производственный фактор, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, может стать опасным.

### **6.1.1 Анализ вредных факторов рабочей среды**

При проведении работ в лаборатории, можно выделить следующие вредные факторы:

- Неблагоприятные метеорологические условия;
- Вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны;
- Воздействие шума, ультразвука, вибрации;
- Недостаточная освещённость рабочей поверхности;

### **Неблагоприятные метеорологические условия**

Данные оптимальных и допустимых величин микроклимата для конкретной категории работ приведены в таблице 6.1 и 6.2 соответственно,

согласно ГОСТу 12.1.005-88 [70].

Таблица 6.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей °С | Отн. Влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Хол.        | Ia (175-232)                               | 19-21                   | 18-22                       | 60-40                     | 0,2                            |
| Тепл.       |                                            | 20-22                   | 19-23                       | 60-40                     | 0,2                            |

Таблица 6.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей °С | Отн. Влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Хол.        | Ia (175-232)                               | 17,0- 23,0              | 16,0-24,0                   | 15-75                     | 0,1-0,3                        |
| Тепл.       |                                            | 18,0-27,0               | 17,0-28,0                   |                           | 0,1-0,4                        |

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе согласно СанПиН 2.2.4.548–96 [71].

Температура в лаборатории в холодное время года- 20°С, в теплое время 18°С. Данные показатели соответствуют нормативным требованиям.

### **Вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны;**

При выполнении эксперимента в лаборатории, в воздушную среду выделяются вредные вещества, а именно: происходит всплывание нанопорошка оксида алюминия, пары азотной кислоты.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны нормируются предельно допустимой концентрацией ПДК. Данные по вредным веществам представлены в табл. 6.3.

Таблица 6.3 – Показатели, характеризующие токсичность используемых химических соединений по ГОСТ 12.1.005-88

| Название вещества                                 | Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства | Класс опасности | Особенности действия на организм |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    | 6                               | A*                                                            | 4               | Ф*                               |
| Азотная кислота                                   | 2                               | A                                                             | 3               | -                                |
| Серная кислота                                    | 1                               | A                                                             | 2               | -                                |
| А-аэрозоль                                        |                                 |                                                               |                 |                                  |
| Ф-аэрозоли. преимущественно фиброгенного действия |                                 |                                                               |                 |                                  |

*Способы регулирования и очистки воздуха рабочей среды:*

Большое значение имеет надежная герметизация оборудования, которая исключает попадание различных вредных веществ в воздух рабочей зоны или значительно снижает в нем концентрацию их. Для поддержания в воздухе безопасной концентрации вредных веществ используют различные системы вентиляции, применение местных вытяжных устройств, покрытий, защищающих от источников вредных выделений [72].

*Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).* К СИЗОД относятся респираторные, промышленные противогазы и изолирующие дыхательные аппараты. Они должны обеспечивать очистку вдыхаемого воздуха от вредных веществ до содержания, не превышающего предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных нормативными документами [73].

Наночастицы, попавшие в воздух во время работы, с одной стороны могут агломерироваться, за счет чего они укрупняются и осаждаются на поверхности вещей, оборудования, тем самым ведут себя как пыль, а наночастицы очень маленького размера порядка 10 нм, скорость осаждения которых мала, витают в воздухе и ведут себя подобно газам. Поэтому для защиты органов дыхания, необходимы комбинированные респираторы,

которые одновременно будут защищать от пыли и газов. Газопылезащитные фильтрующие респираторы-полумаски РУ-60м и РУ-60му, предназначенные для защиты органов дыхания одновременно от паро- и газообразных вредных веществ и аэрозолей, за исключением высокотоксичных и неустойчивых в воздухе [74].

### **Воздействие шума, ультразвука, вибрации**

Эксплуатация современного промышленного оборудования сопровождается значительным уровнем шума и вибрации, негативно влияющих на здоровье работников.

Шум- это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих в результате механических колебаний в упругой среде[75].

Вибрация представляет собой колебательные движения упругих тел, конструкций, сооружений около положения равновесия. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающих при работе различных механизмов.

Согласно СП 51.13330.2011 приведены предельно допустимые уровни шума в помещениях [76].

Таблица 6.4 – Эквивалентные и максимальные уровни звука, проникающего в помещение

| Название помещений                                           | Уровень звука $L_A$ , дБА | Уровень звука $L_{A\text{макс}}$ , дБА |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|
| Помещение лабораторий для проведения экспериментальных работ | 75                        | 90                                     |
| $L_A$ -эквивалентный уровень звука $L_{A\text{экв}}$         |                           |                                        |
| $L_{A\text{макс}}$ - максимальный уровень звука              |                           |                                        |

Вибрацию нормируют в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»



Источником шума и вибрации в лаборатории Наноцентра является оборудование: вентиляция, ультразвуковые мешалки, магнитные мешалки.

Для предотвращения вредного воздействия шума и вибрации, необходимо рационально разместить оборудование по помещению, применить средства индивидуальной защиты, применить звукопоглощающую облицовку.

### **Недостаточная освещенность рабочей поверхности**

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от освещения.

Нормирование освещения производится в соответствии с СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [77].

Таблица 6.5 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквивалентный размер объекта различен, мм | Разряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Искусственное освещение                |                              |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------------|------------------------------|
|                                  |                                                          |                          |                          |                     | Освещенность, лк                       |                              |
|                                  |                                                          |                          |                          |                     | При системе комбинированного освещения | При системе общего освещения |
| Высокой точности                 | От 0,30 до 0,50                                          | 3                        | Малый                    | Темный              | 2000                                   | 500                          |
|                                  |                                                          |                          |                          |                     | 1500                                   | 400                          |
|                                  |                                                          |                          | Малый                    | Средний             | 1000                                   | 300                          |
|                                  |                                                          |                          | Средний                  | Темный              | 750                                    | 200                          |
|                                  |                                                          |                          | Малый                    | Светлый             | 750                                    | 300                          |
|                                  |                                                          |                          | Средний                  | Средний             |                                        |                              |

|  |  |  |         |         |     |     |
|--|--|--|---------|---------|-----|-----|
|  |  |  | Большой | Темный  | 600 | 200 |
|  |  |  | Средний | Светлый | 400 | 200 |
|  |  |  | Большой | Средний |     |     |

Для освещения лабораторного помещения применяются люминесцентные лампы. Они обладают повышенной световой отдачей, большим сроком службы. Спектр их излучения близок к спектру естественного света. Освещенность лаборатории соответствуют нормативным требованиям.

### ***6.1.2 Анализ опасных факторов рабочей среды***

Современные лаборатории формируют электрическую опасность, источниками которой могут служить электрические сети, оборудование. При работе с электрооборудованием необходимо знать правила 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 [78].

При выполнении выпускной квалификационной работы в лаборатории использовались такие установки, как анализатор размера частиц, 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.

Для предотвращения опасных явлений с сотрудником лаборатории должны провести инструктаж и проверить умения работы с оборудованием. Нормирование электробезопасности производится в соответствии с ГОСТ Р 12.1.019-2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

## **6.2 Экологическая безопасность**

Развитие наноиндустрии предполагает существенные изменения в жизни общества. В процессе разработки, производства, транспортировки, использования и утилизации таких материалов могут возникнуть новые угрозы и риски. К одной из наиболее существенных угроз на сегодняшний день признается проблема безопасности наноматериалов и продукции, созданной на их основе. В международной научной литературе имеются многочисленные данные, подтверждающие повышенную токсичность и экологическую небезопасность материалов в наноформе по сравнению с привычными образцами.

### **6.2.1 Защита атмосферы**

Одним из главных источников выделения наночастиц в атмосферу, можно считать их непосредственное применение.

Из лаборатории наночастицы могут попадать в воздух посредством всплывания на переходных стадиях работы с порошками: взвешивание, пересыпание в емкости, при транспортировке, остатков на лабораторной посуде и т.п. Попадая в воздух, наночастицы образуют устойчивые аэрозоли.

Для предотвращения, попадания наночастиц воздух во время работы в лаборатории, необходимо установить фильтры для очистки воздуха, согласно ГОСТу Р 51251-99 [79]. Как правило, системы фильтрации и кондиционирования воздуха имеют в своем составе фильтры двух основных типов – для грубой и тонкой очистки. Грубая очистка предполагает очищение воздуха от частиц диаметром 5-10 микрон, а устройства тонкой очистки позволяют эффективно удалять из воздуха примеси диаметром от 5 до 0,3 микрон.

Для предотвращения миграции частиц на пределы помещения лаборатории необходимо устанавливать герметичные двери., перед входом в лабораторию должна располагаться прихожая, во избежание циркуляции частиц с потоками воздуха. Все средства СИЗ, в частности халаты должны быть

оставлены в прихожей лаборатории, где они герметично упаковываются и затем подвергаться чистке и обработке.

### **6.2.3 Защита гидросферы**

После проведения необходимых экспериментальных операций с реактивами и нанопорошками появляются конечные продукты - отходы. Отходы сливаются в систему канализации, а затем попадают в сточные воды. А наночастицы, находящиеся в воздухе, постепенно оседают на поверхность водосборной площади и непосредственно на водную поверхность. Таким образом, объекты, обитающие в водной среде, подвержены опасности.

Для предотвращения попадания наноматериалов в гидросферу, необходимо проводить ряд мер установленных методическими рекомендациями МР 1.2.0038-11 [80] и методическими указаниями МУ 2.1.5.800 – 99 [81].

Все химические реактивы консервировать в соответствующих защитных контейнерах для дальнейшей профессиональной утилизации. Очистка, мойка, пропарка и обезвреживание ёмкостей должны производиться на специально оборудованных пропарочно-промывочных станциях или пунктах с отдельным сливом. К стационарным аппаратам, периодически подвергающимся обезвреживанию, чистке и мойке, должны быть подведены пар, вода и другие средства, предусмотрены устройства закрытых стоков и аспирационные укрытия

### **6.2.4 Защита литосферы**

Попадая в окружающую среду искусственные наноматериалы очень сложно разлагаются и усваиваются. Попадание наночастиц в почвы происходит из атмосферы (осаждение, адсорбция, адгезия), из гидросферы (растворение, осаждение, адсорбция, адгезия) и из биологических объектов. При попадании в почвы наночастицы могут нарушать ее микробиологический состав.

Металлические наночастицы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании,

потребления растениями, эрозии и дефляции- выдувании почв. Период удаления или полудаления от начальной концентрации составляет продолжительное время: для цинка от 70-510 лет, для кадмия от 13-110 лет, для меди от 310-1500 лет. В гумусовой части почвы происходит первичные трансформации попавших в нее соединений. Металлические частицы обладают высокой способностью к многообразным химическим, физико-химическим, биологическим реакциям [82].

Существуют гигиенические нормативы регулирующие предельно-допустимые концентрации вредных веществ в почве ГН 2.1.7.2041-06 [83].

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

#### **6.3.1 Пожаробезопасность**

Лаборатории по степени пожароопасности относятся к классу П-2, так как в ней присутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии, а так же различные химические реагенты.

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

Пожаро- и взрывоопасные вещества следует хранить в специальном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. Необходима также местная вентиляция для удаления опасных концентраций паров горючих жидкостей. Вещества, находящиеся непосредственно в отделе, нужно хранить в небольших количествах в специальном железном шкафу с надписью «Огнеопасные вещества». Легколетучие жидкости (эфир, спирт, ацетон и др.) Надо хранить в холодном темном месте. Не допускается их растекание. Вещества, легко разлагающиеся и образующие взрывоопасные концентрации в воздухе, необходимо хранить в сухом помещении, не допуская попадания пыли, примесей, действия прямых солнечных лучей.

Для предотвращения пожара в лаборатории сотрудники лаборатории

должны пройти противопожарный инструктаж, а также обязаны знать расположение средств пожаротушения. Пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном месте.

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.

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

В связи с бурным развитием nanoиндустрии во всем мире активно ведется работа по формированию нормативно-правовой базы в области безопасности нанотехнологий и наноматериалов.

Наноматериалы согласно Постановлению гос. сан. врача РФ №54 от 23.07.2007 г. [84] относятся к опасным, если с помощью достоверных данных не доказано обратное.

В настоящее время в РФ создаются нормативно-правовые проекты и методическое обеспечения комплексной системы безопасности в процессе исследований, освоения, производства, обращения и утилизации наноматериалов. Определены требования к ассортименту и созданию банка стандартных образцов наноматериалов для унификации методов при мониторинге безопасности. Созданы требования к банку данных по оценке риска наночастиц и наноматериалов. Сформулированы концепции отбора стандартных образцов наноматериалов абиогенного и биогенного действия при создании их банка данных. Определён подход к разработке документов, регламентирующих требования к стандартным образцам. Подготовлено руководство по составлению паспорта безопасности наноматериалов [85].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иваненко Е.М. Прогноз отраслевой структуры потребления российского рынка нанопорошков // Вестник КРАУНЦ. – 2013. – №. 1(6). – С. 67-72
2. Bystrzejewska-Piotrowska G., Golimowski J., Pawel L. Nanoparticles: Their potential toxicity, waste and environmental management // Waste Management. – 2009. – Vol. 29. – P.2587-2595.
3. Балоян Б.М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения: уч. пособие / А. Г.Колмаков, М. И. Алымов, А. М. Кротов. – М.: Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Филиал "Угреша", 2007. – 125 с.
4. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов. [Электронный ресурс]: <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1339>
5. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
6. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
7. Экология наноматериалов: учеб. пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова; под ред. Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 272 с.
8. Nanodictionary. Nanotechnology Perceptions. – Vol. 1. – 2005. P. 147-160. [Электронный ресурс]: [http://www.nanontp.com/open\\_access\\_articles](http://www.nanontp.com/open_access_articles)
9. Limbach L.K., Wick P., Manser P., Grass R.N., Bruinink A., Stark W.J. Exposure of engineered nanoparticles to human lung epithelial cells: influence of chemical composition and catalytic activity on oxidative stress // Environ. Sci. Technol. – 2007. – Vol. 41. – No. 11. – P. 4158-4163.
10. Занина К. А., Цуркин А. П. Влияние нанотехнологий и наноматериалов на человека и остальной живой мир // Технические науки:

традиции и инновации: материалы II междунар. науч. конф. – Челябинск: Два комсомольца. – 2013. – С. 21-24.

11. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий. – М.: Машиностроение, 2012. – 656 с.

12. Ковшов А. Н. Основы нанотехнологий в технике: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. И. Ибрагимов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 240 с.

13. Анциферова И. В., Макарова Е. Н. Методы производства наноматериалов и возможные экологические риски // Вестник ПНИПУ. Машиностроение и материаловедение. – Пермь, 2013. – Т. 15. – № 4. – С. 59-67.

14. Ремпель А. А. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов // Успехи химии. – Екатеринбург, 2007. – Т. 76. – № 5. – С. 474-500.

15. Диагностика нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие / А.П. Ильин, А.В. Коршунов, Д.О. Перевезенцева, Л.О. Толбанова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 249 с.

16. Лейман Д. В. Термодинамика стабилизации водных суспензий наночастиц оксидов железа и алюминия, получаемых высокоэнергетическим физическим диспергированием [Электронный ресурс]: авт. дисс. к.х.н. – Режим доступа: [dlib.rsl.ru/loader/view/01005531007?get=pdf](http://dlib.rsl.ru/loader/view/01005531007?get=pdf)

17. Tyner K., Schiffman S., Giannelis E.) Nanobiohybrids as delivery vehicles for camptothecin // J Control Release. – 2004. –No. 95. – P.501–514.

18. Vinardell M., Sorde A., Di'az J., Baccarin T., Mitjans M. Comparative effects of macro-sized aluminum oxide and aluminum oxide nanoparticles on erythrocyte hemolysis: influence of cell source, temperature, and size // J Nanopart Res. – 2015. – P.1-10.



19. Mohammad A., Haris M. Antibacterial potential of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles against multidrug resistance strains of Staphylococcus aureus isolated from skin exudates // J Nanopart Res. – 2013. – P.1-12.
20. Mohamed A. Kinetics and thermodynamics of U(VI) ions from aqueous solution using oxide nanopowder // Process Safety and Environmental Protection. – 2016. – № 102. – P.44-53.
21. Mohamed A. Kinetics and thermodynamics of aluminum oxide nanopowder as adsorbent for Fe (III) from aqueous solution // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. – 2015. – Vol. 4. – P.142-149.
22. Кортон В.С., Ермаков А.Е., Зацепин А.Ф., Уймин М.А. Особенности люминесцентных свойств наноструктурного оксида алюминия // Физика твердого тела. – 2008. – Т. 50. – С. 916-920.
23. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.
24. Михеева Е.В., Пикула Н.П. Физическая и коллоидная химия: учеб. пособие. – Томск, ТПУ, 2010. – 267 с.
25. Егорова Е.В. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие / Е.В. Егорова, Ю.В. Поленов. – Иван. гос. хим-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 64 с. Шаповалова Е.В. Основы химии неорганических вяжущих материалов: уч. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – 76 с.
26. Данилова Е. А. Гусев А. М. Домкин К. И. Классификация дисперсных систем и влияние размеров частиц на некоторые свойства / Надежность и качество: тр. междунар. симп. – Пенза: ИИЦ ПГУ, 2011. – Т. 2. – С. 376–379.
27. Шаповалова Е.В. Основы химии неорганических вяжущих материалов: уч. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – 76 с.
28. Савицкая Т.А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем.

Пособие для студентов химического факультета / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков, Т. А. Шичкова – Минск: БГУ, 2011. – 82 с.

29. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: Химия, 1989. – 465 с.

30. Запольский А.Б., Баран А.А., Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.

31. Абиев Р.Ш. Бирик Е.Е. Новый справочник химика и технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия – С.-Пб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 838с.

32. Физико-химические свойства, устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем: учеб. пособие / М.В Улитин., Д.В Филлипов., М.В Лукин. – ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново. – 2007. – 108 с.

33. Горкина И. К., Пильдус И. Э. Проблема санитарно-гигиенического контроля наночастиц металлов в воде Нанотоксикология: достижения, проблемы и перспективы. – 2014. – С. 32-35.

34. Ахмедов И.С., Агаева Н.Дж., Абдуллаева А.Р., Халилов Р.И. Бакинский. Токсикологические эффекты наночастиц на мембраны клеток высших водных растений // Микроорганизмы и вирусы в водных экосистемах. – 2011. – С. 11-12.

35. García-Cambero J. P., García M. N., López G. D., Herranz A. L., Cuevas L., Pérez-Pastrana E., Cuadal J. S., Castelltort M. R., Calvo A. C. Converging hazard assessment of gold nanoparticles to aquatic organisms // Chemosphere. – 2013. – Vol. 93. – P. 1194-1200.

36. Kanold J. M., Wang J., Brümmer F., Siller L.. Metallic nickel nanoparticles and their effect on the embryonic development of the sea urchin *Paracentrotus lividus* // Environmental Pollution – 2016 – Vol. 212. –P. 224-229.

37. Joao H. S., Kalbassia M. R., Bioaccumulation of silver nanoparticles in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Influence of concentration and salinity // *Aquatic Toxicology*. – 2013 – Vol. 140-141. – P. 398-406.
38. Hugh J., Mackena A., Kevin V. Effects of salinity on the toxicity of ionic silver and Ag-PVP nanoparticles to *Tisbe battagliai* and *Cerameium tenuicorne* // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2012. – Vol. 86. – P. 101-110.
39. Fabrega J, Samuel N. Silver nanoparticles: Behaviour and effects in the aquatic environment // *Environment International*. – 2011. – Vol. 37. – P. 517-531.
40. Радилов А. С., Дулов С. А, Глушкова А. В. Результаты биотестирования наночастиц диоксида титана // *Нанотоксикология: достижения, проблемы и перспективы*. – 2014. – С. 53-55.
41. Peng, X., Palma, S., Fisher, N.S., Wong, S.S., 2011. Effect of morphology of ZnO nanostructures on their toxicity to marine algae // *Aquatic Toxicology*. – Vol. 102. – P.186-198.
42. Mohammed S.I. , Pakrashi S., Chandrasekaran N., Mukherjee A. Studies on toxicity of aluminum oxide ( $Al_2O_3$ ) nanoparticles to microalgae species: *Scenedesmus* sp. and *Chlorella* sp. // *Journal of nanoparticle research*. – 2011. – Vol.13 –No.8. – P.3287-3299.
43. Römera I., Gavinc A., Whitec T., Merrifielda R., Chipmanc J., Viantc M., Leada J. The critical importance of defined media conditions in *Daphnia magna* nanotoxicity studies // *Toxicology Letters*. – 2013. – Vol. 223(1). – P.103-108.
44. Poborilovaa Z., Opatrilova R., Babulaa P. Toxicity of aluminium oxide nanoparticles demonstrated using a BY-2 plant cell suspension culture model // *Environmental and Experimental Botany*. – 2013. – Vol.91 – P.1-11.
45. Mohammad A., Haris M., Mohammad A., Musarrat J. Green synthesis of  $Al_2O_3$  nanoparticles and their bactericidal potential against clinical isolates of

multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* // World J Microbiol Biotechnol. – 2015. – Vol.31 – P.153-164.

46. Исследовательский практикум по общей химии: учебное пособие / О. С. Зайцев. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 480 с.

47. Iijima M., Kamiya H. Surface modification for improving the stability of nanoparticles in liquid media // Kona Powder (Part J). – 2009. – P.119-129.

48. Kobayashi K., Wei J., Iida R., Ijio K., Niikura K. Surface engineering of nanoparticles for therapeutic applications // Polym. J. – 2014. – Vol. 46 – P.460-468.

49. Косухин М. М., Шаповалов Н.А. Теоретические аспекты механизма действия суперпластификаторов. [Электронный ресурс]: [http://betony.ru/beton-i-zhb/2006\\_3/teoreticheskiye-aspekti.php](http://betony.ru/beton-i-zhb/2006_3/teoreticheskiye-aspekti.php)

50. Cinar S., Akinc M. Ascorbic acid as a dispersant for concentrated alumina nanopowder suspensions // Journal of the European Ceramic Society. – 2014. – Vol. 34 – P.1997-2004.

51. Wu L., Huang Y., Liu L., Meng L. Interaction and stabilization of DMF-based alumina suspensions with citric acid // Powder Technology. – 2010. – Vol. 203 – P.477-481.

52. Shin Y., Su C., Shen Y. Dispersion of aqueous nano-sized alumina suspensions using cationic polyelectrolyte // Materials Research Bulletin. – 2006. – P. 1964–1971.

53. Safronova A. P., Leiman D. V., Blagodetelev D. N et al. Aggregation of AirDry Alumina Powder Nanoparticles Redispersed in an Aqueous Medium // Nanotechnologies in Russia. – 2010. – Vol. 5 – P.777-785.

54. ООО «Передовые порошковые технологии». [Электронный ресурс]: <http://www.nanosized-powders.com/>

55. Наноматериалы: синтез нанокристаллических порошков и получение компактных нанокристаллических материалов: учеб. пособие / Миттова И.Я, Томина Е.В., Лаврушина С.С. – 2007. – 36 с.

56. ООО «ПЛАТИНА». [Электронный ресурс]: <http://www.plasmotharm.ru/>
57. Рентгенофазовый анализ нанопорошков: метод. указания / Курзина И.А, Годымчук А.Ю., Качаев А.А / сост. Курзина И.А., Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 15 с.
58. Определение площади поверхности и пористости материалов методом сорбции газов: метод. разработка / Вячеславов А.С., Ефремова. М. – МГУ им. Ломоносова М.В., 2011. – 65 с.
59. Электронная микроскопия: учеб. пособие /. Власов А. И., Елсуков К. А., Косолапов И. А. – М. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 168 с.
60. Safaei-Naeini Y., Aminzare M., Golestani-Fard F., Khorasanizadeh F. Suspension stability of titania nanoparticles studied by UV-VIS spectroscopy method // Iranian Journal of Materials Science & Engineering. – Vol. 9. – No.1. – 2007. – P.1005-1013.
61. Спектрофотометрические методы в анализе биологически активных веществ растительного и синтетического происхождения. Д.С. Лазарян, А.Ю. Айрапетова, Л.Б. Губанова, Х.Н. Гюльбякова. – Пятигорск: ПМФИ - филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ, 2015. – 132 с.
62. Спектрофотометр медицинский PD-303 (ApeI, Япония). [Электронный ресурс]: [http://www.nv-lab.ru/catalog\\_info.php?ID=752&Full=1](http://www.nv-lab.ru/catalog_info.php?ID=752&Full=1)
63. Godymchuk A. Y., Karepina E. E., Yunda E. N., Lyamina G. V., Kosova N. I., Kuznetsov D.V. Stability study of ZnO nanoparticles in aqueous solutions of carboxylate anions // Journal of Nanoparticle Research. - 2015 - Vol. 17 - №. 3, Article number 123. - p. 1-8.
64. 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.
65. Barick K.C., Hassan P.A.. Glycine passivated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles for thermal therapy // Journal of Colloid and Interface Science. - 2012.- № 369.- P. 96-102.

66. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен. – Тула: Гриф и К, 2009. – 172с.
67. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Се-рикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
68. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – с. 151–157.
69. 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.
70. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2008. – 48 с.
71. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
72. Охрана труда: учебник / В. А. Девисилов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 448 с.
73. ГОСТ Р 12.4.233-2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины, определения и обозначения. – М.: Стандартиформ, 2014. – 15 с.
74. ГОСТ 17269-71. Респираторы фильтрующие газопылезащитные РУ-60м и РУ-60му. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2005. – 11с.
75. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е

изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

76. СП 51.13330.2011. Защита от шума. – М.: Стандартинформ, 2011. – 41 с.

77. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 69 с.

78. Производственная безопасность: уч. пособие / Под общ. ред. докт. техн. Наук, проф. А.А.Попов. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2013 – 432 с.

79. ГОСТ Р 51251-99. Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с.

80. МР 1.2.0038-11. Методические рекомендации: оценка риска воздействия наноматериалов и наночастиц на организм человека. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 78 с.

81. МУ 2.1.5.800 – 99. Методические указания. Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод. – М.: Минздрав России, 2000. – 11 с.

82. Анциферова И. В. Источники поступления наночастиц и их влияние на окружающую среду и человека // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 7. – С. 5-10/

83. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 6 с.

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

85. МУ 1.2.2966-11. Порядок организации и контроля за наноматериалами. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 91с.