

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Энергетический  
 Направление подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника»  
 Кафедра «Электроэнергетические системы»

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Исследование нанопорошков, полученных методом электрического взрыва проводников из сплавов медь-никель. УДК <u>621.272.018[669243+669.3]:543.4.</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4A	Широбокова Юлия Евгеньевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электроэнергетических систем	Тихонов Д.В.	К.Т.Н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры Менеджмента	Потехина Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры Экологии и безопасности жизнедеятельности	Извеков В.Н.	К.Т.Н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электроэнергетических систем	Сулайманов А.О.	К.Т.Н		

Томск – 2016 г.  
**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Энергетический институт

Направление подготовки (специальность) 140400 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль (специализация): «Высоковольтная техника электроэнергетических систем»

Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4А	Широбокова Юлия Евгеньевна

Тема работы:

Исследование нанопорошков, полученных методом электрического взрыва проводников из сплавов медь-никель.
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2016, № 432/с
---	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	2.06.2016
--	-----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Исходными данными к работе являются данные анализов нанопорошков, полученных методом электрического взрыва проводника в газовых средах и условия их приготовления. Полученные образцы сплава меди и никеля исследуются методами термического анализа, рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, распределения частиц по размерам.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>На основе проведенных анализов нанопорошков необходимо установить их фазовый состав, их устойчивость при нагревании на воздухе, размеры и форму частиц. По данным рентгенофазового анализа установить качественные зависимости состава получаемых нанопорошков от энергетических условий их получения и состава газовой среды. По данным термического анализа установить корреляционные зависимости активности нанопорошков от условий их получения.</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комбинированная схема установки для получения нанопорошков.</li> <li>2. Рентгенодифрактограммы образцов.</li> <li>3. Термограммы образцов.</li> </ol>
---	---

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Извеков Владимир Николаевич</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Потехина Нина Васильевна</p>

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

Глава вторая. Получение нанопорошков меди и никеля методом ЭВП и достигнутый уровень исследований в этой области.

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>01.02.2016г.</p>
--	---------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры электроэнергетических систем</p>	<p>Тихонов Дмитрий Владимирович</p>	<p>к.т.н</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5AM4A</p>	<p>Широбокова Юлия Евгеньевна</p>		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работасодержит: 115 страниц, 25 рисунков, 5 таблиц, 30 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: медь, никель, электрический взрыв проводника, нанопорошок, фазовый состав, наночастица.

Объектом исследования являются порошки меди и никеля.

Цель работы – выявить закономерности структуры и состава нанопорошков меди и никеля в зависимости от условий получения.

В процессе исследования проводились анализы образцов нанопорошков меди и никеля (рентгенофазовый, термический, электронная сканирующая микроскопия, распределение частиц по размерам и др.) полученных методом электрического взрыва.

В результате исследования было установлено, что нанопорошки из сплава  $\text{Cu}_{23}\text{Ni}$  имеют сложный фазовый состав.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: производительность установки (УДП-4Г) для  $\text{Al}$  – 40г/час, для  $\text{W}$  – 150 г/час.

Степень внедрения: создание экспериментально-промышленной установки (УДП-4Г).

Область применения: порошки могут быть использованы при создании композиционных функциональных материалов.

Экономическая значимость работы: исследования в данной области, могут открыть принципиально новые технологии, что способствует модернизации существующих производств и созданию новых.

В будущем планируется поиск наиболее эффективных областей внедрения порошков сплава  $\text{Cu}_{23}\text{Ni}$ .

## **Определения:**

- Нанопорошок(англ. nanopowder), сегодня существует несколько определений данного термина:

1. Согласно определению Международной организации по стандартизации (ISO), нанопорошок — твердое порошкообразное вещество искусственного происхождения, содержащее нанообъекты, агрегаты или агломераты нанообъектов либо их смесь;

2. Порошок, размер всех частиц которого менее 100 нм.

- Электрический взрыв - под электрическим взрывом понимается комплекс процессов, происходящих при быстром нагреве металлического проводника протекающим через него электрическим током до температур, превышающих температуру начала испарения металла.

- Пассивация металлов — переход поверхности металла в неактивное, пассивное состояние, связанное с образованием тонких поверхностных слоёв соединений, препятствующих коррозии. В технике пассивацией называют технологический процесс защиты металлов от коррозии с помощью специальных растворов или процессов, приводящих к созданию оксидной плёнки.

- Фаза – под фазой понимается однородная макроскопическая часть системы, обладающая одинаковыми свойствами - по крайней мере, составом (компонентами) и агрегатным состоянием - во всех ее точках, и имеющая четко выраженную границу раздела с другими фазами.

- Наночастица (англ. nanoparticle) — изолированный твёрдофазный объект, имеющий отчётливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трех измерениях составляют от 1 до 100 нм.[1]

### **Сокращения:**

- ЭВП - электрический взрыв проводника;
- НП - нанопорошок;
- НПМНС - нанопорошок медно-никелевого сплава.
- Метод БЭТ - метод математического описания физической адсорбции, основанный на теории полимолекулярной (многослойной) адсорбции;
- РФА – рентгенофазовый анализ;
- ТА - термический анализ;
- ЭМ – электронная микроскопия;
- УДП-4Г – модель экспериментальной промышленной установки использованной в данной работе;
- ПК - Персональный компьютер;
- PDF-2 PowderDiffractionFile;
- ICDD - The International Centre for Diffraction Data maintains a database of powder diffraction patterns, the Powder Diffraction File (PDF), including the d-spacings (related to angle of diffraction) and relative intensities of observable diffraction peaks;

## Оглавление

Введение.....	9
1. Обзор литературы.....	11
1.1 Нанопорошки сегодня: основные понятия, характеристики, задачи .....	11
1.2 Получение нанопорошков: методы, частные примеры.....	13
1.2.1 Методы получения нанопорошков.....	13
1.2.2 Получение нанопорошков на ускорителе электронов .....	16
2. Объект и методы исследования .....	17
2.1 Электровзрывная технология получения нанопорошков .....	17
2.2 Описание установки.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Постановка задачи исследования .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. Проведение эксперимента.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Получение образцов НПМНС на установке УДП-4Г	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
3.2 Подсчет энергии.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4. Исследование образцов .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Рентгенофазовый анализ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1 Области когерентного рассеяния .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Термический анализ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Электронная микроскопия .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Распределение частиц по размеру.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Маркетинг проекта.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Планирование проекта.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

5.3 Разработка календарного плана.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4 Анализ рисков проекта .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6. Социальная ответственность .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1.1 Организация рабочего места.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1.2 Анализ вредных и опасных факторов .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.1 Повышенный уровень электромагнитного, ультрафиолетового и рентгеновского излучения.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.2 Не соответствующий уровень освещенности над рабочей поверхностью .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.3 Повышенный уровень паров ртути в помещении ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.4 Повышенный уровень шума .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.5 Чрезмерное напряжение зрения и внимания. Монотонность труда	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.6 Поражение статическим электричеством..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.7 Возможность поражения электрическим током .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2.8 Анализ воздействия ПК на окружающую среду .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.3 Чрезвычайные ситуации.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.3.1 Средства пожаротушения.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Результаты и обсуждения:.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Список использованных источников .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DVD –диск на обратной стороне обложки	

## **Введение**

Нанопорошки являются одним из многих наиболее популярных наноматериалов, имеющихся на сегодняшний день. В то время как нанопорошки можно производить из сотен различных материалов, большинство из них, такие как, дендримеры, фуллерены, нанотрубки и нанопоры, производятся из ограниченного количества видов сырья. Наноматериалы, которые производятся в настоящее время, подразделяются на четыре группы: оксиды металлов, сложные оксиды, порошки чистых металлов и смеси.

Не менее 85% всех производимых порошков составляют оксиды металлов. Порошки чистых металлов составляют значительную долю всего объема производства. Сложные оксиды, смеси имеются в ограниченном количестве. Ожидается, что в долгосрочной перспективе возрастет их использование. Мировое производство нанопорошков сосредоточено в высокоразвитых индустриальных государствах, импортирующих сырье из стран Австралии и России, Латинской Америки, Южной Африки.

В промышленности потребление нанопорошков быстро растет. Электроника, оптика, а так же обрабатывающая промышленность потребляют более 75% мирового производства. Все более широкое применение нанопорошки находят в сельском хозяйстве и природоохранной отрасли (включая добычу полезных ископаемых, их обработку, получение электроэнергии и водоочистку), а также медицине, косметологии.

Диапазон применения нанопорошков очень велик. Так диоксид кремния и оксид алюминия уже завоевали признание среди производителей электронной техники и потребительских товаров: их использование позволяет существенно уменьшать размеры изделий. В будущем, для производства плазменных дисплеев и панелей управления планируется применять сульфиды, теллуриды цинка, кадмия и свинца, селениды, а карбиды кобальта используются для изготовления износостойких покрытий для механических деталей.

Оксиды железа, цинка и титана применяются в косметической промышленности как за способность поглощать ультрафиолетовое излучение, так и за такое свойство, как красный окрас. Хорошо зарекомендовали себя нанопорошки железа в растениеводстве и животноводстве. Многие нанопорошки смогут заменить платину как катализатор, это приведет к повышению КПД аккумуляторов а так же к снижению стоимости. Наночастицы золота часто применяются при исследованиях в области биотехнологий, наноэлектроники и в медицине для доставки лекарств и точечной терапии больных участков.

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерности структуры и состава порошков меди и никеля в зависимости от условий получения.

Для достижения данной цели были поставлены такие задачи как:

- изучить литературный материал, имеющийся по данным темам;
- исследовать принцип получения нанопорошков методом электрического взрыва (ЭВ), на установке УДП-4Г;
- произвести анализ полученных образцов нанопорошков.

Актуальность работы заключается во внедрение новых материалов, в частности порошка меди и никеля, в разные сферы нашей жизни. Порошок

меди и никеля может найти применение в материаловедении, электронной технике, изготовлении нитридсодержащих керамических материалов, производстве режущего инструмента, электроэрозионностойких материалов, наполненных полимеров.

## **1.Обзор литературы**

### **1.1 Нанопорошки сегодня: основные понятия, характеристики и задачи**

Как правило, понятие наноматериала связывают с его размером – менее 100 нм. Однако IUPAC установил, что любой объект, хотя бы одно измерение которого имеет размер менее указанной величины, будет относиться к наносистеме. В этом случае мы можем говорить об уровне наномасштабов. В этой работе речь будет идти об объектах, у которых три характеристических размера находятся в диапазоне до 100 нм.

Что же такое нанопорошки? Специалисты утверждают, что это порошки, измельченные до наноразмеров, при которых их свойства изменяются скачкообразно, так как простое измельчение до любых размеров ничего не даст. Во многих субмикронных порошках содержится определенное незначительное количество наноразмерных фракций, наличие которых не дает основания считать данный порошок нанопорошком. Возможны и частные случаи нанопорошков, в том случае субмикронные конгломераты являются связанными наноразмерными кристаллитами или блоками, но при определенном физическом воздействии могут распадаться на наночастицы. Нанопорошки находятся в аморфном состоянии. Это конденсированное состояние вещества, главный признак которого – отсутствие атомной или молекулярной решетки. Аморфное тело изотропно и

не имеет точки плавления. При увеличении температуры оно размягчается и постепенно переходит в жидкое состояние. Аморфные твердые тела, включая металлические, обладают вязкими и упругими свойствами. Некристаллическую симметрию аморфного состояния определяют нанокластеры. А превращение аморфного состояния материала в нанокристаллическое осуществляется путем кристаллизации.

Ее механизм определяет типы и морфологию продуктов нанокристаллизации.

Нанопорошки характеризуются такими свойствами как:

- распределением частиц по размерам и средним размером частиц;
- распределением кристаллитов по размерам и средним размером кристаллитов;
- степенью агломерации частиц;
- химическим составом объема частиц;
- удельной площадью поверхности;
- составом по сечению для частиц ядро-оболочка;
- морфологией частиц;
- химическим составом поверхности;
- кристаллической структурой наночастиц;
- содержанием влаги и других адсорбатов (в виду большой удельной поверхности нанопорошки содержат довольно таки значительное количество адсорбированных веществ, адсорбатов, объемная доля которых по отношению к материалу частиц может содержать как единицы, так и десятки процентов);
- цветом.
- сыпучестью (текучестью);
- насыпной плотностью;

Главная задача многих исследователей заключается в том, чтобы понять, при каких размерах частиц меняются различные свойства нанопорошков и направить это изменение свойств на создание новых видов нанопорошков. С помощью наночастиц сегодня пытаются решить целый ряд различных задач. На основе нанонаполнителей были созданы новые композитные материалы, такие, например, как нанокерамика, где легирующие добавки тугоплавких соединений металлов равномерно распределены в виде наночастиц. Благодаря этому материалу температуростойкость лопаток газовых турбин можно повысить до 1550°C, это намного превосходит существующую стойкость лопаток даже из самых дорогих легированных сплавов, которые используются сейчас. Применение таких нанокompозитов это следующий шаг в технике. Материалы, в которых наночастицы встроены в структуру позволяют добиваться уникальных результатов.

## **1.2 Получение нанопорошков: методы, частные примеры**

### **1.2.1 Методы получения нанопорошков**

Получение нанопорошков это одно из самых важных направлений в нанотехнологиях. В традиционных материалах в нанодисперсном состоянии изменяются фундаментальные свойства, а именно - понижается работа выхода электронов, температура начала плавления, теплота испарения, энергия ионизации, это открывает широкий диапазон применения нанопорошков в области для создания новейших материалов и технологий, принципиально новых устройств и приборов. Наиболее сильный интерес к наноматериалам связан с их применением в качестве исходного сырья при производстве керамических, композиционных и магнитных материалов, солнечных батарей, фильтров, сверхпроводников, присадок к смазочным материалам, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев.

Перспективы использования особых свойств нанопорошков в основном связаны с отработкой технологии их получения. Главными являются химические, физические и механические методы.

Химические методы основаны на различных процессах, таких как:

- осаждение;

В частности осаждение гидроксидов металлов из растворов солей проводится при помощи осадителей, в качестве которых используются растворы щелочей натрия и калия. Регулирование pH и температуры раствора позволит получить большие скорости кристаллизации и обеспечивать образование высокодисперсного гидроксида. Для получения порошков различных металлов применяется гель-метод и заключается он в осаждении из водных растворов гелей нерастворимых металлических соединений.

- термическое разложение;
- газофазные химические реакции (гидролиз и восстановление);

Термическое разложение и восстановление это, как правило, следующий этап после осаждения и сушки ультрадисперсных оксидов или гидроксидов. В зависимости от требований, предъявляемых к продукту, используют газообразные или твердые восстановители. Метод позволяет получать порошки сферической, чешуйчатой, игольчатой или неправильной формы. Нанопорошки Co, Cu, Fe, W, Ni и других металлов получают, как правило, восстановлением их оксидов водородом. В качестве твердых восстановителей чаще всего используют углерод, металлы или их гидриды.

- пиролиз.
- электроосаждение;

Физические методы синтеза нанопорошков основаны на испарении

сплавов, металлов или оксидов с последующей их конденсацией при контролируемых атмосфере и температуре. Фазовые переходы пар - жидкость - твердое тело или пар - твердое тело происходят в объеме реактора или на охлаждаемой подложке. Исходное вещество испаряется путем интенсивного нагрева и при помощи газа-носителя передается в реакционное пространство, где оно подвергается стремительному охлаждению. Нагрев осуществляется при помощи плазмы, лазерного излучения, печей сопротивления, электрической дуги, индукционными токами и т.д. В зависимости от вида получаемого продукта и исходных материалов, испарение и конденсация проходят в вакууме, в потоке инертного газа или плазмы. Форма и размер частиц зависят от температуры процесса, состава атмосферы, а так же давления в реакционном пространстве. В частности, в атмосфере гелия частицы имеют меньший размер, чем в атмосфере более плотного газа - аргона. Метод позволяет получать порошки Ni, Fe, Ti, Mo, Al, размер частиц которых составляет десятки нанометров. Широко известен такой способ получения наноматериалов, как путем электрического взрыва проводников. Так, проволоки металла, диаметр которых 0,1-1,0 мм помещают в реактор между электродами, на которые подается мощный импульс тока, величиной в  $10^4$ - $10^6$  А/мм<sup>2</sup>. В этот момент происходит мгновенный разогрев и испарение проволок. Пары металла разлетаются, охлаждаются и конденсируются. В результате чего получается нанопорошок. Этот процесс проводится в химически активной или инертной атмосфере, и таким способом получают оксидные (TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>) или металлические (Ti, Co, W, Fe, Mo) нанопорошки.

Механические методы основаны на измельчении материалов в гироскопических устройствах, мельницах (шаровых, вибрационных, планетарных, центробежных), симолойерах и атриторах. Этот способ осуществляется за счет использования металлов, полимеров, керамики, оксидов и других хрупких материалов, однако стоит учесть, что степень

измельчения зависит от их природы. Так, для оксидов меди и никеля крупность частиц составляет около 6 нм, для железа - порядка 10-20 нм. К плюсам и достоинствам механических методов можно отнести такие свойства, как: сравнительную простоту технологии и используемого оборудования, возможность измельчения больших количеств разных материалов и получения сплавов порошков. К недостаткам же относят такие свойства, как: вероятность загрязнения материала истирающими материалами, сложность регулирования состава продукта, трудность получения порошков с узким распределением частиц по размерам.

### **1.2.2 Получение нанопорошков на ускорителе электронов**

С.П.Бардаханов и А.И.Корчагин [2] исследовали возможность получения нанодисперсных порошков широкого круга веществ за счет испарения техногенных и природных исходных материалов на ускорителе электронов в атмосфере различных газов при атмосферном давлении, с последующим охлаждением высокотемпературного пара и улавливанием наночастиц в виде порошка.

В работе использовался промышленный ускоритель с мощностью 110 кВт. Особенностью ускорителя является высокая энергия электронов (1,4 МэВ), а так же возможность выпуска пучка в атмосферу. При этом электроны движутся с релятивистскими скоростями, их “длина свободного пробега”, к примеру, в воздухе достигает около 6 метров. Концентрация мощности достигает около 5 МВт на кв. см, что позволяет, как испарять тугоплавкие вещества при атмосферных условиях, так и осуществлять синтез в высокотемпературной “газовой” фазе. Достоинствами являются также высокий КПД процесса, вследствие преобразования электрической энергии в тепловую энергию в нагреваемом материале, темп нагрева выше 1000 град. в секунду и “химическая чистота” пучка электронов.

Согласно проведенным исследованиям показано, что в процессе испарения ускорителем электронов разных исходных материалов (природного и техногенного происхождения) могут получаться нанодисперсные порошки. В частности, получены нанодисперсные порошки: оксидов - диоксида и оксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}$ ), диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ), оксида магния ( $\text{MgO}$ ), оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), закиси меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), оксида иттрия ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ), оксида гадолиния ( $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ), оксидов вольфрама (в частности,  $\text{WO}_3$ ) и молибдена; металлов – вольфрама (W), молибдена (Mo), тантала (Ta), кобальта (Co), никеля (Ni), алюминия (Al), серебра (Ag), меди (Cu) и некоторых других, в различных атмосферах; полупроводника – кремния (Si) в азоте и аргоне, наночастицы и нанонити; нитридов – алюминия (AlN), титана (TiN), в том числе в виде наностержней; карбидов – кремния (SiC), в том числе в виде нанонитей, углеродных фуллеренов и углеродных одностенных нанотрубок, и других веществ. В разработанном процессе важно учесть то, что основной компонент установки (промышленный ускоритель) может создавать высокие температуры для испарения любых тугоплавких материалов. Процесс проходит при высоких КПД и производительности, по оксидам она может достигать десятка килограммов в час, а количества нанорошков могут измеряться очень большими размерами.

## **2. Объект и методы исследования**

### **2.1 Электровзрывная технология получения нанопорошков**

Ю.Ф. Иванов и О.Б. Назаренко [3] представили результаты экспериментального исследования электрического взрыва проволок как метода получения наноразмерных порошков. Методика исследования включала в себя осциллографические измерения для определения тока через проводник и энергии, введенной в металл проводника. Сопоставлялись среднеповерхностный размер частиц  $d_s$  порошка, а так же средние размеры

кристаллитов  $d_{\text{гс}}$  исходной проволоки. Размер  $d_s$  рассматривался из определения площади удельной поверхности  $S$ :

$$d_s = 6/\gamma S(1)$$

( $\gamma$  – плотность). Размер кристаллитов оценивали методом дифракции рентгеновских лучей как размер области когерентного рассеивания. А так же проводились электронно-микроскопические измерения среднечисленного размера  $D$  частиц и стандартного отклонения их размеров от среднего.

Показано, что для получения порошков однородность джоулева нагрева играет важную роль, которая может быть нарушена процессами, которые связаны с действием сил поверхностного натяжения, а так же с действием магнитогидродинамических неустойчивостей перетяжечного типа и со скинированием тока. Размер частиц зависит от скорости нагрева, радиуса проволоочки, уровня введенной энергии ее начальной микроструктуры и характеристик окружающей среды (плотности, химической активности, электрической прочности).

Экспериментально установлено, что получение наноразмерных порошков возможно с использованием метода электрического взрыва на основе различных металлов, например, таких как Ti, Zr, Mo, W, Fe, Ta, Co, Ni, Pt, Cu, Zn, Al, Ag, Au, Sn, In. В данной работе приведены расчетные соотношения простые и единые для всех металлов, позволяющие определять плотность тока, плотность введенной энергии, а так же находить требуемые для достижения их конкретных значений параметры проволоочки и взрывного контура. Приведены также характеристики металлов, которые нужны для таких расчетов, а так же формулы, необходимые для оценки размера частиц.

Основная задача многих исследователей изучение влияния энергетических параметров электрического взрыва – введенной в проводник энергии, энергии дуговой стадии и состава газа на дисперсность порошков, образующихся при электрическом взрыве проводников меди и никеля.

Метод ЭВП подходит для приготовления не только металлов в сверхтонком состоянии, но и для некоторых химических соединений [4].

Метод ЭВП сочетает в себе так же признаки диспергационных методов (проводник разрушается под действием электрического тока) и методов испарения-конденсации (значимая часть материала проводника в процессе электровзрыва переходит в газообразное состояние). Доля металла, перешедшего в пар, зависит от величины введенной в проводник энергии.

ЭВП как метод диспергирования металлов характеризуется следующими особенностями [7–9]:

- величина развиваемой мощности превышает 1013 Вт/кг;
- время взрыва составляет  $10^{-5}$ – $10^{-8}$ с;
- скорость разлета продуктов составляет 1–5 км/с;
- температура в момент взрыва может достигать значения 104 К и выше, давление 109 Па;
- одной из важнейших характеристик ЭВП является введенная в проводник энергия;
- увеличение вводимой в проводник энергии приводит к возрастанию доли металла, перешедшего в парообразное состояние, но получение чисто паровой фазы считается невозможным.
- частицы формируются как за счет конденсации паровой фазы, так и за счет диспергирования жидкого металла;

Достоинством электровзрывной технологии можно считать ее универсальность – возможность получения НП сплавов, металлов, интерметаллидов и химических соединений с неметаллами на одном и том же оборудовании, а так же экологическая безопасность.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4А	Широбоковой Юлии Евгеньевне

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Магистр техники и технологии	Направление/специальность	Техника высоких напряжений

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклады принимаются на основе Положения ТПУ</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации установки 10% Норма амортизации ПК 33,3</i>
<i>3. Использование систем налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные страховые фонды, которые составляют 30 %.</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>	<i>SWOT-анализ проекта</i>
<i>2. Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Проект выполняет в рамках магистерской диссертации, устав не требуется.</i>
<i>3. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Разработка календарного плана и бюджета научного исследования.</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка рисков и целесообразности проведения НИИ.</i>

**Перечень графического материала:**

<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. SWOT -анализ проекта</i></li> <li><i>2. Иерархическая структура работ</i></li> <li><i>3. ГрафикГанта</i></li> <li><i>4. Смета затрат на научно-исследовательскую работу</i></li> <li><i>5. Оценкаобщегорискапроекта</i></li> </ol>
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	04.05.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры менеджмента	Потехина Нина Васильевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4А	Широбокова Юлия Евгеньевна		

## **Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.**

### **5.1 SWOTанализ**

Настоящая ВКР рассматривает научно-технические основы получения порошков меди и никеля, полученных методом электрического взрыва. Сейчас эта область науки находится на этапе накопления экспериментальных результатов и их теоретического осмысления. По мнению ряда ученых, НП и наноматериалы представляют собой новое состояние вещества наряду с газами, жидкостями и т. д. Логично предположить, что новое состояние требует и новых подходов к его диагностике. Огромный прилив специалистов из других областей науки и техники существенно усложнил проблемы диагностики из-за их попыток приобщить свои методы к анализу наноматериалов.

Используя специфические свойства наночастиц можно существенно изменить свойства макрочастиц и макроструктур, придать совершенно иные, не привычные свойства веществам, твердым телам. Например, создать новые соединения металлов, сплавов, повысить характеристики привычных материалов, лишь добавив некоторое количество наночастиц, которые в корне изменяют структуру кристаллической решетки или физико-механические свойства материалов.

Проблемы диагностики порошков и, особенно, НП весьма актуальны в настоящее время, когда нанотехнологии, наноматериалы и НП считаются главными направлениями в машиностроении, ракетной технике, экологии, биологии, медицине и т. д. Сейчас можно констатировать, что часть известных методов диагностики не пригодна, другая часть требует адаптации к наноматериалам, а значительная часть характеристик может быть определена только с помощью новых методов, отражающих свойства веществ в наносостоянии.

Основными целями научно технического исследования являются:

- 1) Создание полностью функционирующей электровзрывной установки;
- 2) Сокращение затрат на заработную плату, за счет сокращения персонала и внедрения неполного рабочего дня;
- 3) Сокращение потерь денежных средств от нецелевого использования материальных ресурсов и оборотного капитала;
- 4) Получение возможности наблюдения за ходом работы удаленно от электровзрывной установки.

Для достижения поставленных целей в данной работе будут произведены:

- SWOT анализ проекта;
- Планирование работ
- Составлена проектная смета;
- Оценка рисков.

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, используемый для оценки факторов и явлений, влияющих на проект или предприятие. Все факторы делятся на четыре категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности) и threats (угрозы). Метод включает определение цели проекта и выявление внутренних и внешних факторов, способствующих её достижению или осложняющих его.

Потенциальными потребителями нанопорошков являются организации, химической промышленности; металлургические предприятия; научно-исследовательские институты и группы; и инновационные компаний, занимающиеся производством высокотехнологичного оборудования.

Для того чтобы оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок, был произведен SWOT – анализ проекта (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – SWOT анализ проекта

<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>1) Повышенная надежность работы установки;</p> <p>2) Мобильность установки;</p> <p>3) Автоматическое наблюдение за процессом производства через интернет;</p> <p>4) Снижение затрат на заработную плату за счет возможности удаленного контроля за процессом производства.</p>	<p><b>Возможности во внешней среде</b></p> <p>1) Возможность применения результатов НИ в различных отраслях химической промышленности и металлургии;</p> <p>2) Простая и удобная транспортировка готового продукта.</p>
<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>1) Малое количество потенциальных потребителей продукции;</p> <p>2) Повышенные требования к квалификации персонала.</p>	<p><b>Угрозы внешней среды</b></p> <p>1) Отставание в развитии данной технологии по сравнению с аналогами за рубежом;</p> <p>2) Сложность выхода на рынок, в связи с длительной процедурой апробации технологии получения нанопорошков.</p>

Проведено исследование рынка нанопорошков, представленных как отечественными, так и зарубежными производителями, а также потенциальных потребителей данной продукции. Так же оценено влияние факторов внешней среды.

Самое большое негативное влияние оказывают отставание в данной отрасли от других стран. Кроме того, рынок сбыта данной продукции, является высоко технологичным и к продукции предъявляются повышенные технические требования. Данные негативные влияния могут быть скомпенсированы проведенной рекламой и пиаром разработанного продукта среди отечественных компаний.

Еще одним негативными факторами являются предъявляемые к оператору повышенные требования в области знания персонального компьютера, электробезопасности и материаловедения. При наборе обслуживающего персонала нужно обратить внимание на квалификацию и технические знания кандидатов.

Не смотря на высокие требования к персоналу, график работы будет весьма гибок, так как процесс работы установки полностью автоматический, и за процессом работы можно вести наблюдение дистанционно по средствам веб-камеры и среды интернет.

Сложность выхода на рынок в связи с длительной процедурой апробации технологии получения нанопорошков, является неотъемлемой особенностью вывода на рынок продуктов данного типа. Перед началом производства необходимо пройти различные инстанции проверки правильности работы системы. Сокращение времени затраченного на утверждение проекта и запуска производства возможно только за счет сотрудничества с научно-исследовательскими институтами и группами, занимающимися вопросами изучения метода ЭВП. Частично рассматриваемую внешнюю угрозу возможно нейтрализовать за счет перенимания уже существующего опыта производства, и глубоких теоретических знаний в данном вопросе.

Большой приоритет перед конкурентами проект во внешней среде получает за счет возможности его размещения практически во всех стандартных помещениях, благодаря чему исчезает необходимость строительства специального помещения, для размещения установок. Так как имеется возможность наблюдения за процессом производства, по средствам веб-камеры, то персонал не будет подвергаться опасным факторам. Кроме того, благодаря такому типу производства, персонал может работать неполный день, что позволит сэкономить на заработной плате.

## 5.2 Планирование проекта

### 5.2.1 Иерархическая структура работ

Планирование проекта при выводе товара на рынок является неотъемлемой частью работы. Правильное планирование всех этапов от разработки проекта до вывода товара на рынок позволит более точно определить количество затраченных денежных средств и времени.

Содержание всего проекта работ определено и структурировано в виде иерархии, показанной на рисунке 5.1.

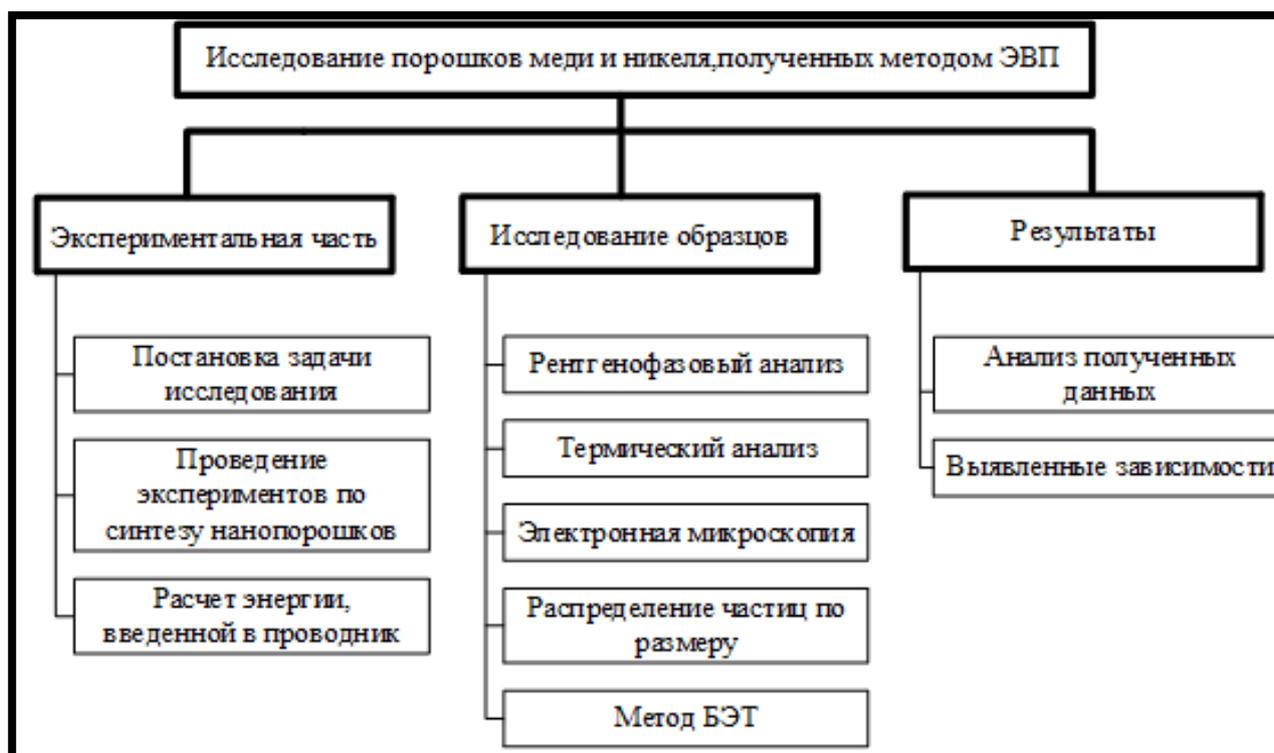


Рисунок 5.1 - Иерархическая структура работ

### 5.2.2 Разработка календарного плана.

Для того чтобы вывести на рынок готовую продукцию разработан календарный план, направленный на конечный результат – активные

продажи товара и заключение долгосрочных контрактов на сотрудничество с отечественными компаниями, заинтересованными в нашей продукции. План работ сведен в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – План работ по проекту

№	Выполняемая работа	требуемое время (в днях)	кол-во сотрудников
1	Анализ рынка производства нанопорошков	7	1
2	Анализ рынка потенциальных покупателей	7	1
3	Изучение устройства и принципов работы экспериментального образца установки	21	2
4	Проверка правильности работы разработанной установки и производимого продукта в рамках НИИ. Выявление ошибок и неточностей производства.	14	2
5	Устранение выявленных ошибок	21	2
6	Проведение исследований, полученных нанопорошков	60	2
7	Обработка результатов исследования	42	1
8	Представление готового продукта	14	2

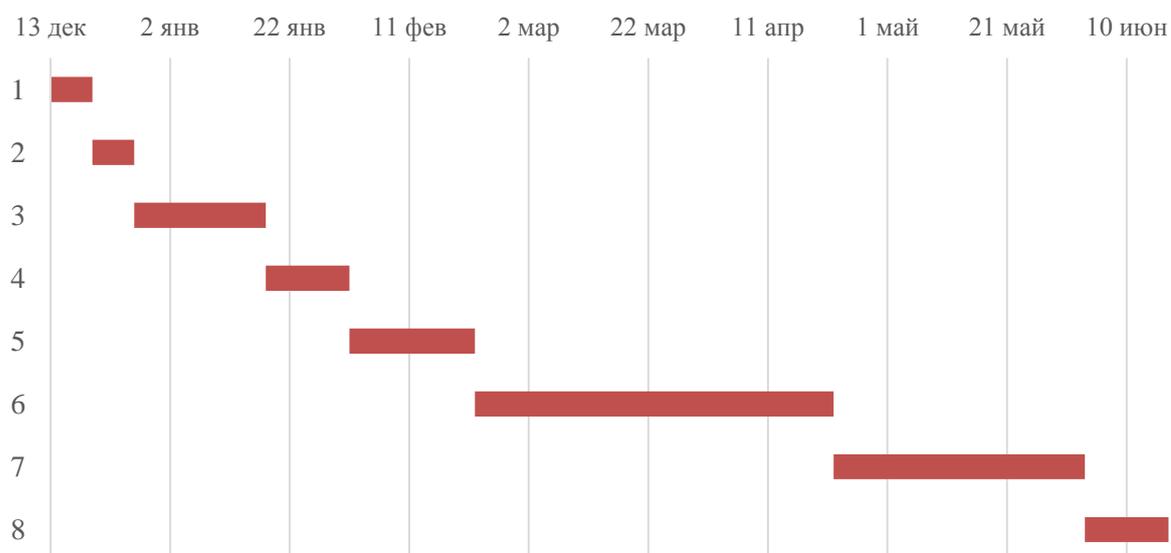


Рисунок 5.2 – График Ганта

Первым этапом проекта является анализ рынка производства нанопорошков. Данный этап направлен на получение основной информации об уже существующих методах получения нанопорошков. На этом этапе производится анализ конкурентной среды и возможность вхождения в данный рынок. Анализ показал, что предприятий нашего профиля в Российской Федерации и странах СНГ практически не представлены, что дает нам хороший шанс выйти на рынок и закрепиться в нем.

Анализ рынка потенциальных покупателей показал, что сейчас повсеместно происходит модернизация уже существующих предприятий и создание совершенно новых, высокотехнологичных предприятий химической промышленности и металлургии, в которых возможно применение нашей продукции. Наша компания выигрывает у зарубежных компаний в цене на готовую продукцию, благодаря меньшим транспортным и таможенным расходам.

Изучение устройства и принципов работы экспериментального образца установкинеобходимо для квалифицированного проведения эксперимента и получения образцов на исследование.

Проверка правильности работы установки ЭВП и качество полученных нанопорошков должна проводиться в научно-исследовательском институте, имеющем в своем распоряжении специалистов и оборудование необходимых для данной процедуры.

Устранение выявленных ошибок также проводится на базе научно-исследовательского института с привлечением специалистов, занимающихся вопросами материаловедения.

Проведение исследований, полученных нанопорошков– один из самых значимых этапов разработки проекта. Качество и точность проведения экспериментов является гарантом дальнейшей надежности всего исследования.

Обработка результатов исследования – данный этап заключается в обработке полученных результатов и создании классификатора готовой продукции (порошков меди и никеля).

Представление готового продукта – на данном этапе необходимо получить нанопорошки согласно созданному классификатору.

Все этапы выполнены в Томском политехническом университете силами студента и научного руководителя от кафедры электроэнергетических системы (ЭЭС), а также преподавателями кафедры.

Для визуализации планирования проекта построим диаграмму загрузки трудовых ресурсов – рисунок 5.3. Стоит отметить, что работы этап идут в строгом порядке друг за другом, указанном в таблице 5.2, тогда получается, что время необходимое на полную разработку проекта равняется 196 дням.

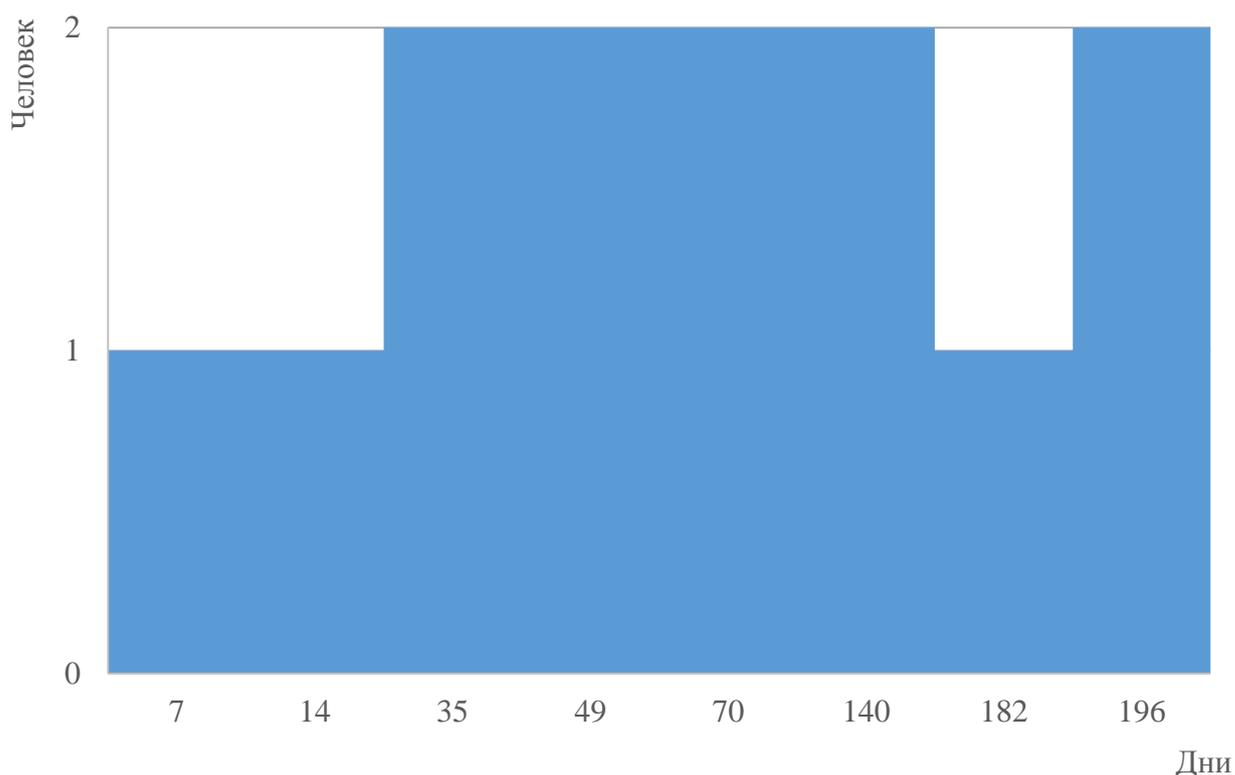


Рисунок 5.3 – График загрузки трудовых ресурсов

Как видно из графика на рисунке 5.3 все работы выполняются двумя людьми, научным руководителем и студентом, общая продолжительность научно исследовательской работы составляет 196 дней.

### 5.3 Бюджет научного исследования

Для оценки расходов, затраченных на проведение данного научно технического исследования, рассчитаем смету расходов и амортизацию используемой техники.

Рассчитываем смету расходов, включающую затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$Z_{\text{проекта}} = Z_{\text{мат}} + Z_{\text{техн}} + Z_{\text{ам.техн}} + I_{\text{з/пл}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Рассчитываем материальные затраты ( $Z_{\text{мат}}$ ). Результат расчета приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Материальные затраты

Материалы и оборудование	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Количество материала, ед.	Затраты, руб.
Бумага [22]	лист	0,13	1000	130
CD-RW "ТДК"	шт.	25	3	75
Тонер для принтера	картридж	3000	1	3000
ИТОГО:		$Z_{\text{мат}} = 3205$ руб.		

$$Z_{\text{мат}} = K_{\text{бум}} + K_{\text{CD-RW}} + K_{\text{чер}} = 130 + 75 + 3000 = 3205 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты на приобретения оборудования ( $Z_{\text{техн}}$ ). Результат расчета приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4–Стоимость оборудования

Материалы и оборудование	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Количество материала, ед.	Затраты, руб.
Опытно-промышленная установка УДП-4Г	Шт.	1500000	1	1500000
Компьютер Intel® Core™ i7+ ПО [21]	шт.	32000	1	32000
ИТОГО:	$Z_{\text{техн}} = 1532000$ руб.			

Рассчитываем амортизацию установки и компьютерной техники ( $Z_{\text{ам.техн}}$ ).

Для расчета амортизации оборудования воспользуемся следующей формулой:

$$Z_{\text{ам.техн.}} = (T_{\text{исп.к.т.}}/365) \times K_{\text{комп}} \times N_{\text{а}} \times K_{\text{уст.}} \times N_{\text{а}}$$

где  $T_{\text{исп.к.т.}} = 196$  дней – время использования компьютерной техники; 365 дней – число дней в году;  $K_{\text{комп}}$  – стоимость компьютера;  $K_{\text{уст.}}$  – стоимость установки;  $N_{\text{а}}$  – коэффициент амортизации.

$$N_{\text{а}} = 1/T_{\text{сл.к.т.}}$$

где  $T_{\text{сл.к.т.}}$  – срок службы техники, год.

Таблица 5.5 - Затраты на амортизацию оборудования

Наименование оборудования	Назначение оборудования	К.т руб.	$T_{\text{сл.к.т.}}$ год	$T_{\text{исп.к.т.}}$ дней.	$N_{\text{а}}$ 1/год
Опытно-промышленная установка УДП-4Г	Производство порошков меди и никеля	1500 000	10	20	0,1
Компьютер Intel® Core™ i7+ ПО	Составление модели схемы для ПК, чертежи схем, расчеты, выход в интернет	45000	3	196	0,33

ИТОГО:	$Z_{\text{ам.техн}} = 12635,35$ руб.
--------	--------------------------------------

$$Z_{\text{ам.уст.}} = (T_{\text{исп.к.т}}/365) \times K_{\text{уст.}} \times N_{\text{а}} = (20/365) \times 1500000 \times (1/10) = 8219,18 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ам.комп.}} = (T_{\text{исп.к.т}}/365) \times K_{\text{комп.}} \times N_{\text{а}} = (196/365) \times 32000 \times (1/3) = 5727,85 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ам.техн.}} = Z_{\text{ам.уст.}} + Z_{\text{ам.комп.}} = 13947,03 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на оплату труда ( $I_{\text{з/пл}}$ ) для научного руководителя проекта и студента.

Таблица 5.6 - Состав участников научно-исследовательской работы

Исполнители	Минимальный мес. оклад
Научный руководитель	23264,86
Исполнитель	9043,51

В состав затрат на оплату труда включаются [23]:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск.

Заработная плата:

$$ЗП_{\text{рук}} = 23264,86 \times 1,3 = 30244,32 \text{ руб.},$$

где 23264,86 руб. – минимальная оплата труда;

1,3 – районный коэффициент Томской области.

$$ЗП_{\text{инж}} = 9043,51 \times 1,3 = 11756,56 \text{ руб.},$$

$$I_{\text{з/пл}} = ЗП_{\text{рук}} + ЗП_{\text{инж}} = 30244,32 + 11756,56 = 42000,88 \text{ руб.}$$

Доплата за неиспользованный отпуск определяется по формуле:

$$ЗП_{отп} = 0,1 \times И_{з/пл} = 0,1 \times 42000,88 = 4200,09 \text{ руб.}$$

Дополнительные выплаты от несчастных случаев определяется по формуле:

$$ЗП_{доп} = 0,1 \times И_{з/пл} = 0,1 \times 42000,88 = 4200,09 \text{ руб.}$$

Полный фонд заработной платы:

$$\text{ФЗП} = И_{з/пл} + ЗП_{отп} + ЗП_{доп} = 42000,88 + 4200,09 + 4200,09 = 50401,06 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ( $И_{соц.отч.}$ ).

Отчисления во внебюджетные фонды (пенсионный фонд; фонд медицинского страхования; фонд социального страхования; фонд занятости) – 30%.

$$И_{соц.отч.} = 0,3 \times \text{ФЗП} = 0,3 \times 50401,06 = 15120,32 \text{ руб.}$$

Рассчитываем накладные расходы ( $И_{накл.расх.}$ ).

Затраты, связанные с хозяйственным обслуживанием и управлением, с обеспечением нормальных условий труда и техники безопасности. Как правило, для проектных отделов накладные затраты составляют 100–200% от полного фонда заработной платы, принимаем 150%. Тогда:

$$И_{накл.расх} = 1,5 \times \text{ФЗП} = 1,5 \times 50401,06 = 75601,59 \text{ руб.}$$

Рассчитываем прочие затраты ( $З_{прочие}$ ).

Прочие затраты включают в себя отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, за подготовку кадров и др. Эти затраты составляют 2% от всех издержек и вычисляются по формуле:

$$\begin{aligned} И_{прочие} &= 0,02 \times (З_{техн} + \text{ФЗП} + З_{ам.техн.} + И_{соц.отч.}) = \\ &= 0,02 \times (1532000 + 50401,06 + 13947,03 + 15120,32) = 32229,37 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Рассчитываем себестоимость проекта ( $З_{проекта}$ ).

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{проекта}} &= Z_{\text{мат}} + Z_{\text{техн}} + Z_{\text{ам.техн}} + \text{ФЗП} + I_{\text{соц.отч}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}} = \\
 &= 3205 + 1532000 + 13947,03 + 50401,06 + 15120,32 + 75601,59 + 32229,37 = \\
 &1722504,37 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Таблица 5.7 - Смета затрат на научно-исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	$Z_{\text{матер}}$	3205
Стоимость оборудования	$Z_{\text{техн}}$	1532000
Амортизация техники	$Z_{\text{ам.техн}}$	13947,03
Затраты на оплату труда	ФЗП	50401,06
Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отчисл}}$	15120,32
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	75601,59
Прочие затраты	$I_{\text{прочие}}$	32229,37
Себестоимость проекта	$Z_{\text{проекта}}$	1722504,37

Исходя из таблицы 5.7 видно, что общий бюджет научно-исследовательского проекта составляет почти 1.8 миллиона рублей. Денежные средства необходимы на проведения всех испытаний и создания классификатора нанопорошков.

#### 5.4 Анализ рисков проекта

При реализации проекта возможно проявление негативных факторов, приводящих к дополнительным затратам или ущербу. Эти факторы формируются во внешней среде, независимо от выполнения проекта, но могут нести в себе негативные последствия. Такие факторы называются

рисками проекта. Различают достаточно большое количество рисков и видов влияния.

Для данного проекта были выделены следующие группы рисков:

- 1) Экономические;
- 2) Социальные;
- 3) Профессиональные;
- 4) Технические

Каждая группа рисков включает в себя отдельные риски, проявление которых возможно на пути реализации проекта. Все риски записаны в таблицу 5.8.

Для определения общего риска проекта необходимо определить вероятность возникновения рисков в каждой группе. Для этого определим вероятность возникновения каждого риска  $p_i$  в процентах.

Где значение от 0 до 25% – очень малая вероятность возникновения риска, от 25 до 50% - средняя вероятность риска, от 50 до 75% – большая вероятность риска, от 75 до 100% - очень большая вероятность возникновения риска.

Для каждого риска определяем его ранг  $b_i$ , который показывает значимость риска. Весовой коэффициент риска  $w_i$  – это отношение ранга риска в сумме рангов всех рисков, входящих в группу:

$$w_i = \frac{b_i}{\sum b_i} \quad (5.1)$$

где  $w_i$  – весовой коэффициент риска;

$b_i$  – ранг риска.

Далее можно определить итоговую оценку риска по формуле:

$$t_i = p_i \cdot w_i \quad (5.2)$$

где  $t_i$  – оценка риска;  
 $p_i$  – ранг риска;  
 $w_i$  – весовой коэффициент риска..

Данные расчеты проводят для каждого риска и определяется итоговая оценка группы риска, как сумма всех оценок рисков, входящих в группу.

$$t_{gp} = \sum t_i \quad (5.3)$$

где  $t_{gp}$  – оценка риска группы;  
 $t_i$  – оценка риска.

Все расчеты для упрощения сведены в таблицу 5.8

Таблица 5.8 – Оценка рисков

	<b>Экономические</b>	$p_i$	$b_i$	$w_i$	$t_i$
1	Третья волна мирового финансового кризиса	25	5	0.56	13.89
2	Рост уровня инфляции	25	2	0.22	5.56
3	Изменение курса валют	25	2	0.22	5.56
	$\sum$ <i>эконом.</i>		9	1.00	25.00
	<b>Социальные</b>				
1	Неправильная маркетинговая стратегия	50	1	0.10	5.00
2	Неосведомленность заказчиков об перспективах использования нанопорошков	50	2	0.20	10.00
3	Нежелание заказчиков работать с малоизвестной компанией	75	3	0.30	22.50
4	Сложности с получением патента	50	4	0.40	20.00
	$\sum$ <i>соц.</i>		10	1.00	57.50
	<b>Профессиональные</b>				
1	Низкий уровень квалификации персонала	50	5	0.56	27.78
2	Самостоятельное внесение оператором изменений в рабочий процесс, влекущих негативный эффект	25	4	0.44	11.11
	$\sum$ <i>проф.</i>		9	1.00	38.89

	<b>Технические</b>				
1	Брак продукции, в результате нарушения технологического процесса	50	8	0.28	13.79
2	Отказ датчиков или исполнительных механизмов	25	7	0.24	6.03
3	Отключение ПК, потеря интернет соединения.	25	8	0.28	6.90
4	Перебой в электроснабжении	25	6	0.21	5.17
	$\sum$ техн.		29	1.00	31.90

Определив вероятность возникновения рисков каждой группы, следует оценить общий риск проекта. Для этого необходимо определить ранг каждой группы рисков  $P_i$ ; вес группы  $W_i$ , определяется по формуле 5.1; вероятность рисков каждой группы  $V_i$  определена формулой 5.3 и приведена в таблице 5.8 как  $t_i$  всей группы. Сведем расчет в таблицу 5.9

Таблица 5.9 – Оценка общего риска проекта

<b>Риски</b>	<b>Ранг (Pi)</b>	<b>Вес(Wi)</b>	<b>Вероятность (Vi)</b>	<b>Общая оценка проекта</b>
Экономические	4	0.1429	25	3.57
Социальные	6	0.2143	57.5	12.32
Профессиональные	8	0.2857	38.89	11.11
Технические	10	0.3571	31.9	11.39
$\sum$ рисков	28	1		38.4

Таким образом, общий риск проекта составляет 38,4%. Можно сказать, что проект в малой степени подвержен рискам. Однако, следует уменьшить влияние рисков каждой группы на выполнение проекта.

Мероприятия по снижению рисков направлены на снижение общего уровня риска проекта. Рассмотрим мероприятия по каждой группе.

Экономически риски имеют наименьший вес. Это обусловлено стабильной экономической обстановкой в Российской Федерации, которая достигается за счет достаточной ликвидности банков. Избежать

экономических рисков не удастся, поскольку экономические процессы в мировой экономике носят характер стихийного развития. Самый надежный способ обезопасить проект от экономических рисков – это создание «финансовой подушки», способной полностью ликвидировать кредиторскую задолженность на любой стадии выполнения проекта. Данная мера позволит не только сохранить поставщиков, но и поможет ускорить вывод конечного продукта на рынок.

Социальные риски являются наиболее значимыми рисками всего проекта. Это обусловлено слабой развитостью и технической оснащенностью высокотехнологичных предприятий в нашей стране. В большинстве случаев заказчик должен быть совершенно новым и современным предприятием, либо предприятием на стадии глубокой модернизации.

Поэтому целесообразно начинать сотрудничать с компаниями потребителями еще на стадии их строительства и модернизации производства (закупки оборудования и создания технологии производства). Маркетинговая компания должна базироваться на следующих факторах:

- долгосрочное сотрудничество;
- территориальная близость производителя (наша компания) и потребителя (компании покупатели нанопорошков).

Влияние профессиональных рисков возможно сократить за счет обучения персонала работе с новым оборудованием, еще на этапе создания экспериментальной установки и работе по устранению ошибок. Благодаря этому, персонал сможет разобраться во всех технологических особенностях оборудования и производства.

Технические риски – одни из самых значимых в данном проекте. Полностью обезопасить проект от них не удастся. Максимально снизить влияние данных рисков позволит использование качественных датчиков, исполнительных механизмов и другого оборудования и серьезный контроль над соблюдением всех правил и норм технологического процесса.

Данный проект относится к инновационным и высокотехнологичным, поэтому трудно с точностью рассчитать все денежные затраты необходимые для реализации данного проекта, так же оценка рисков приблизительная и возможны некоторые отклонения с реальными цифрами. Однако, учитывая специфику проекта и возможные перспективы развития, все денежные вложения и риски вполне обоснованы и в случае успешной реализации данного проекта могут окупиться многократно.

Финансирование и поддержка проектов данного типа, способствует повышению технологического уровня страны и созданию новых отраслей производства, вследствие чего увеличивается количество рабочих мест и вместе с этим уровень жизни граждан.

