

Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки 03.03.02 Физика  
 ООП/ОПОП Физика  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Добавка к электролиту на основе олеиновой кислоты для достижения высокопроизводительного осаждения металлического цинка

УДК 669.537.051.13:547.392.4

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Цзя Вэньтао		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сыпченко В.С.	к.ф.-м.н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Верховская М.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	Лидер А.М.	д.т.н., профессор		

Томск – 2023 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовать свою роль в команде.
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке.
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен применять естественно-научные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности.
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией.
<b>ОПК(У)-6</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением

	информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>ОПК(У)-7</b>	Способен использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка.
<b>ОПК(У)-8</b>	Способен критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности.
<b>ОПК(У)-9</b>	Способен получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
<b>ПК(У)-2</b>	Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
<b>ПК(У)-3</b>	Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
<b>ПК(У)-4</b>	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
<b>ПК(У)-5</b>	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований
<b>ПК(У)-6</b>	Способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований
<b>ПК(У)-7</b>	Способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме
<b>ПК(У)-8</b>	Способность понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 03.03.02 Физика  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП/ОПОП  
 \_\_\_\_\_ Лидер А.М.  
 (Подпись) (Дата)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
150Б91	Цзя Вэньтао

Тема работы:

Добавка к электролиту на основе олеиновой кислоты для достижения высокопроизводительного осаждения металлического цинка	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	27.01.2023, 27-79/с

СрОКсдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023
---	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	1. Цинковый аккумулятор с водяным зарядом 2. Автоматизированный прибор для испытания батарей Land - 2100
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>  <i>(аналитический обзор литературных источников 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>	Аналитический обзор литературных источников Материал и методы исследований Результаты исследований Социальная ответственность Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Заключение по работе
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	-
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская М.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
-	

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сыпченко В.С.			

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Цзя Вэньтао		

Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 03.03.02 Физика  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
150Б91	Цзя Вэньтао

Тема работы:

Добавка к электролиту на основе олеиновой кислоты для достижения высокопроизводительного осаждения металлического цинка
---

СрОК сдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.11.2022	Литературный обзор по теме ВКР	15
30.04.2023	Методы исследования	5
01.06.2023	Результаты экспериментальных исследований. Обработка результатов.	50
01.06.2023	Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	15
01.06.2023	Социальная ответственность	15

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сыпченко В.С.	к.ф. -м. н.		

**Консультант (при наличии)**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	Лидер А.М.	д.т.н., профессор		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Цзя Вэньтао		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 81 с., 18 рис., 18 табл., 68 источников, 0 прил.

Ключевые слова: электролит, олеиновая кислота, аккумулятор, сульфата цинка, цинковый электрод.

Объектом исследования (разработки) является (ются): аккумуляторные батареи, содержащие цинк, которые могут заряжаться в водной среде

Цель работы – подавление побочных реакций гидроцинковых батарей электролитом олеиновой кислоты - сульфата цинка.

В ходе работы проводились (исследования, расчеты и т. п.) осаждения  $ZnSO_4$  + олеиновой кислоты на электроды цинковых батарей и исследование влияния адсорбционного слоя олеиновой кислоты на поверхности цинкового катода

В результате (исследований, расчетов и т. п.) определена оптимальная концентрация олеиновой кислоты

Степень внедрения: в стадии разработки и тестирования

Область применения: аккумуляторы для хранения энергии

Экономическая эффективность/значимость работы: олеиновая кислота увеличивает срок службы аккумуляторов

В будущем планируется использование данной технологии для улучшения характеристик аккумуляторов

## Оглавление

Введение.....	10
Глава1 Литературный обзор по цинковые батареи в водной системе.....	13
1.1 Презентация цинковых батарей в водной системе.....	13
1.2 Структура и принцип работы цинковых батарей на водной основе	13
1.3 Производительность цинковых батарей в водной системе и ход исследований .....	14
1.4 Перспективы применения цинковых батарей на водной основе.....	15
Вывод.....	16
Глава2 Приборы и методы эксперимента.....	17
2.1 Синтез материалов.....	17
2.2 Приборы для анализа и их характеристики .....	17
2.3 Электрохимическая методы.....	18
2.4 Теоретический расчет.....	18
Вывод.....	19
Глава3. Результаты работы.....	21
3.1 Подготовка коллоидного электролита $ZnSO_4 + ОК$ .....	21
3.2 Принцип цинковых отложений .....	23
3.3 Воздействие адсорбционного слоя ОК на отложения цинка .....	26
3.4. Определение оптимальной концентрации ОК.....	30
Вывод.....	35
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	37
Введение.....	37
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	38
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	41
4.3 SWOT-анализ.....	47



4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	48
4.5. Расчет материальных затрат НТИ.....	48
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	54
Вывод.....	56
Глава 5. Социальная ответственность.....	59
Введение.....	59
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5.2 Производственная безопасность .....	61
5.3 Экологическая безопасность.....	69
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70
Вывод.....	71
Заключение.....	73
Список литературы.....	74

## Введение

Широко распространено мнение о том, что аккумуляторные батареи, содержащие цинк, которые могут быть заряжены в водной системе (ARZBs), обладают такими преимуществами, как низкая стоимость, высокая безопасность и т.д. [1-3]. В частности, использование металлических анодов цинка заслуживает особого внимания благодаря своим богатым запасам и высокой объемной емкости ( $5855 \text{ mA} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^{-3}$ ) [4-6]. Однако в мягких водных электролитах продолжающееся образование дискоидных дендритов на аноде металлического цинка серьезно затрудняет работу ARZBs [7,8]. Поверхность металлического цинка играет важную роль в морфологии осаждения цинка [9-11]. Согласно экспериментам, плоскость (002) имеет горизонтальное атомное расположение и равномерное распределение заряда, что способствует равномерному осаждению цинка, тем самым ингибируя образование дендритов [12]. Поэтому цинковые аноды с открытой (002) плоскостью готовят для обеспечения равномерного осаждения цинка. Например, Zhou et al. использовали метод деформации качения для обработки цинковой фольги, обнажая больше (002) плоскостей, что значительно уменьшало образование дендритов [13]. Yuan et al. подготовили бумажный цинковый анод с преимущественной экспозиционной (002) плоскостью сульфатного анион-индуцированного электроосаждением, которое имеет длительный срок службы при высокой плотности тока [14].

С другой стороны, высокая активность воды в водном электролите может легко вызвать вредные побочные реакции на металлический анод цинка, такие как производство водорода, коррозия и образование побочных продуктов [15]. Поэтому существует острая необходимость в эффективной электролитной стратегии для ингибирования активности воды. Многие растворимые в воде органические электролитные добавки или растворители, такие, как этилнитрил [16], карбонат диметилхлорид [17], глюкоза [18],

фильд [19], спирт [20], диметилсульфон [21] и т.д. были разработаны методы подавления побочных реакций и цинковых дендритов. Эти водорастворимые добавки или соразтворители могут реорганизовывать сеть растворителей и защитный слой растворителя ионов цинка. Однако сильное взаимодействие и жесткие координационные связи между  $Zn^{2+}$  и молекулами добавки значительно увеличивают барьер  $Zn^{2+}$  от растворителя [22] и снижают ионную проводимость электролита [23,24]. Это в конечном итоге влияет на стабильность цикла и скоростную способность ARZBs. Для решения этих проблем мы разработали новый коллоидный ионный электролит цинка, который использует нерастворимое поверхностно-активное вещество, олеиновую кислоту (ОК), в качестве электролитной добавки. В отличие от обычных растворимых добавок, ОК не координируется с  $Zn^{2+}$  и водой в электролите. Это «временная электролитная добавка», которая присутствует в электролите только на начальных этапах обработки батареи. После этого добавка ОК адсорбируется на поверхности металлического цинка с образованием стабильного защитного слоя. Этот гидрофобный защитный слой не только регулирует осаждение цинка на нижнем слое, но и изолирует воду от прямого контакта с металлическим цинком, тем самым ингибируя нежелательные побочные реакции на аноде. Эти преимущества значительно улучшают скоростные характеристики и циклическую стабильность цинковых металлических анодов

Непрерывный рост дендрита, коррозия и побочные реакции цинковых металлических анодов серьезно препятствовали развитию водорастворимых цинк-ионных батарей. Для решения этих проблем олеиновую кислоту диспергировали в раствор 2M  $ZnSO_4$  с образованием нового коллоидного цинк-ионного электролита. Нерастворимые поверхностно-активные вещества ОК не согласуются с  $Zn^{2+}$  и водными растворителями. Вместо этого он действует как «временная электролитная добавка» на начальных этапах обработки батареи. Затем добавка ОК связывается с металлическим цинком

с образованием адсорбционного слоя ОК на поверхности анода. Гидрофобный адсорбционный слой ОК может не только регулировать осаждение Zn плоскости Zn (002) в параллельной ориентации к подложке из фольги Zn, тем самым образуя плоский металлический анод Zn, но и изолировать прямой контакт между водой и Zn, тем самым ингибируя вредные побочные реакции на аноде Zn. В результате этот коллоидный электролит обеспечивает необратимое осаждение цинка с кулоновской эффективностью 99,63% и сроком службы более 3340 циклов. Эта стратегия внутри секционного проектирования и модификации интерфейса цинковых металлических анодов с использованием коллоидных электролитов открывает новую перспективу для проектирования высокоэффективных водно-цинк-ионных батарей.

Целью настоящей работы является: подавление побочных реакций гидроцинковых батарей электролитом олеиновой кислоты - сульфата цинка. Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Подготовить коллоидный электролит  $ZnSO_4 + ОК$ ;
2. Провести осаждения  $ZnSO_4 + ОК$  на электроды цинковых батарей;
3. Исследование влияния адсорбционного слоя ОК на поверхности цинкового катода;
4. Определить оптимальные концентрации ОК.

## **Глава1 Литературный обзор по цинковые батареи в водной системе**

### **1.1 Презентация цинковых батарей в водной системе**

Цинковые батареи водной системы представляют собой цинковые воздушные батареи, использующие водную матрицу. Они используют анод цинка и реагируют с водой и кислородом для получения электрической энергии. Во время зарядки и разрядки ионы цинка на аноде цинка окисляются, образуя оксид цинка, при этом высвобождая электроны, которые затем соединяются с кислородом в воздухе через проводник схемы, чтобы генерировать воду, тем самым высвобождая большое количество электрической энергии.

Цинковые батареи в водной системе имеют преимущества высокой плотности энергии, более длительного срока службы, более низкой стоимости и безопасности и охраны окружающей среды. По сравнению с традиционными свинцово - кислотными или никель - водородными батареями, водная цинковая батарея не требует редких металлических материалов и оказывает меньшее воздействие на окружающую среду. Таким образом, она может быть широко применена к некоторым устройствам, которые требуют длительной работы, таким как медицинское оборудование, радиосигнальные лампы, датчики и другие области.

### **1.2 Структура и принцип работы цинковых батарей на водной основе**

Основные компоненты цинковых батарей водной системы включают: положительные, отрицательные, электролитные и диафрагменные компоненты. Положительным материалом обычно является воздух или кислород, содержащий катализатор; отрицательными являются электроды, изготовленные из металлического цинка; Электролит отвечает за передачу ионов, образуя поток заряда внутри батареи; диафрагма обеспечивает изоляционную защиту между положительными и отрицательными полюсами, избегая ненужных потерь, таких как короткое замыкание.

Принцип работы цинковых батарей в водной системе основан на

свойствах металлического цинка в электрохимических реакциях. В водной цинковой батарее цилиндрический отрицательный электролит содержит металлический цинк; кислород восстанавливается в воду при помощи катализатора из положительного материала. В этом процессе металлический цинк электрохимически окисляется в ионы цинка, высвобождая энергию при генерации тока; воздух восстанавливается в воду. Это обеспечивает передачу заряда между положительными и отрицательными полюсами, тем самым обеспечивая работу батареи.

### **1.3 Производительность цинковых батарей в водной системе и ход исследований**

#### **1.3.1 Преимущества водяной цинковой батареи**

Высокая плотность энергии: цинковые батареи водной системы имеют более высокую плотность энергии, чем другие распространенные типы батарей, такие как свинцово - кислотные батареи, никель - водородные батареи и т. Д. Это дает им преимущество в некоторых устройствах, которые требуют длительного времени работы.

Длительный срок службы: цинковые батареи в водной системе имеют более длительный срок службы и могут обеспечивать многократные циклы зарядки и разрядки, что также снижает стоимость замены и обслуживания батарей.

Низкая стоимость: изготовление цинковых батарей для водной системы обходится дешевле, основным сырьем является цинк, вода и воздух, не требует дорогостоящих материалов, таких как редкие металлы, и, следовательно, дешевле.

Экологически чистые: цинковые батареи в водной системе производят воду и оксид цинка, реагируя с воздухом, и не производят экологически вредные отходы или загрязняющие вещества, поэтому это относительно экологически чистая технология батарей.

### **1.3.2 Прогресс в исследовании цинковых батарей на водной основе**

Повышение эффективности батарей: для повышения эффективности цинковых батарей в водной системе исследователи предприняли множество попыток. Например, использование новых катализаторов или электродных материалов для повышения эффективности реакции восстановления кислорода, использование новых пропитывающих веществ и микроструктурных регуляторов для оптимизации характеристик электродов и т. д.

Увеличение срока службы батареи: Цинковые батареи водной системы имеют более длительный срок службы, но по мере увеличения количества циклов емкость батареи постепенно уменьшается. Поэтому исследователи работают над поиском новых материалов и улучшений, чтобы продлить срок службы цинковых батарей в водной системе.

Расширение области применения: водные цинковые батареи, как экологически чистая, безопасная и экономичная технология батарей, начали применяться в некоторых областях. Например, беспроводные сенсорные сети, интеллектуальное медицинское оборудование, интеллектуальные домашние системы, аэрокосмическая промышленность и другие области могут стать важными областями применения цинковых батарей в водной системе.

Повышение степени коммерциализации: несмотря на некоторые преимущества цинковых батарей в водной системе, для их вывода на рынок качестве коммерческого продукта все еще необходимо решить некоторые проблемы. Исследователи ищут лучшие материалы, производственные процессы и бизнес - модели для повышения коммерциализации цинковых батарей в водной системе.

### **1.4 Перспективы применения цинковых батарей на водной основе**

Из - за его энергосбережения и защиты окружающей среды, низкой цены, отсутствия тяжелых металлов и других характеристик, водная

цинковая батарея как новая зеленая энергетическая технология широко известна и применяется, ее будущее применение имеет очень широкие перспективы. Например, в таких областях, как системы хранения энергии, электрические пиковые установки и установки для возобновляемых источников энергии, цинковые батареи в водной системе могут служить экологически чистым источником энергии, а также могут играть важную роль в замене традиционных топливных транспортных средств и проводной связи, медицинского оборудования и т.д. В настоящее время исследования по цинковым батареям в водной системе все еще продолжаются, и я считаю, что по мере того, как технология продолжает развиваться, цинковые батареи в водной системе станут одним из важных источников энергии в будущем.

### **Вывод**

Цинковые батареи на водной основе имеют преимущества высокой плотности энергии, более длительного срока службы, более низкой стоимости и безопасности и охраны окружающей среды. По сравнению с традиционными свинцово - кислотными или никель - водородными батареями, водная цинковая батарея не требует редких металлических материалов и оказывает меньшее воздействие на окружающую среду. Из - за его энергосбережения и защиты окружающей среды, низкой цены, отсутствия тяжелых металлов и других характеристик, водная цинковая батарея как новая зеленая энергетическая технология широко известна и применяется, ее будущее применение имеет очень широкие перспективы. В настоящее время исследования по цинковым батареям в водной системе все еще продолжаются, и я считаю, что по мере того, как технология продолжает развиваться, цинковые батареи в водной системе станут одним из важных источников энергии в будущем.



## Глава2 Приборы и методы эксперимента

### 2.1 Синтез материалов

Электролиты:  $ZnSO_4$  (более 99,99%) и ОК ( $\geq 99\%$ ) . Для получения электролита  $ZnSO_4+OK$  с объемным отношением ОК 10/1000 в 10 мл водного раствора 2 М  $ZnSO_4$  добавляется 100 мкл ОК. Раствор смеси подвергается ультразвуковой

обработке в течение 10 часов. Этим же методом были получены другие электролиты  $ZnSO_4+OK$  с концентрацией ОК.

$\alpha$ - Композиты  $MnO_2/CNT$ : Во - первых, 2.27 gMn (CH<sub>3</sub>COO) 2.4H<sub>2</sub>O растворяются в 20 мл деионизированной воды (раствор А). Затем с помощью ультразвукового метода был получен взвешенный раствор 0,2 г углеродных нанотрубок деионизированной воде объемом 120 мл. Добавьте 0,973 г перманганата калия в суспензию под перемешиванием. Затем суспензия медленно добавляется в раствор а, который нагревается в гидротермальном реакторе на тетрафторэтиленовый гидротермальный реактор до 120° С12h. После охлаждения твердые продукты отделяются и промываются водой и этанолом несколько раз. И наконец, благодаря вакуумной сушке,  $\alpha$ - композиты  $MnO_2/CNT$ .

### 2.2 Приборы для анализа и их характеристики

Рентгеновская дифракция (XRD) в рентгеновском дифракционном приборе Scuker AXS D8X с Cu - K $\alpha$  радиация ( $\lambda = 1.5405 \text{ \AA}$ ) выполнено на. Форма материала была изучена с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM - 7900F (SEM).

Микроскопическая структура материала была представлена с помощью просвечивающего электронного микроскопа JEOL JEM - 2200FS (TEM).

Используется оптический микроскоп на месте (M330 - HK830) для наблюдения краевых форм осажденных цинковых электродов. Для измерения угла контакта при комнатной температуре используется система

анализа формы капли DSA10 - MK2.

Рентгеновский спектр фотоэлектронов (XPS) был протестирован с помощью научного прибора K - Alpha XPS. Все образцы XPS тщательно очищаются деионизированной водой перед использованием и высушаются в вакуумной сушилке. При 25 ° C изменения электролита с интервалом 2 ч обнаруживаются с помощью настольного электропроводителя LC - EC - 2S.

### **2.3 Электрохимические методы**

На автоматическом испытательном приборе для аккумуляторов Land - 2100 цинково - цинковые симметричные батареи, полностью цинково - диоксидные марганцевые батареи и цинково - медные батареи оцениваются с использованием монетных батарей CR2032. Коммерческая цинковая фольга толщиной 200 мкм, в качестве металлического анода, тщательно отполирована перед использованием. На многоканальной электрохимической рабочей станции Bio - Logic VSP были протестированы циклические вольт - амперы (CV), линейные поляризационные кривые, линейные сканирующие вольт - амперы (LSV) и спектр электрохимического сопротивления (EIS). В диапазоне напряжений 1,0 - 1,8 В скорость сканирования 0,1 мВ с<sup>-1</sup> изучалась кривая CV батареи Zn / MnO<sub>2</sub>. Кривая Тафеля была протестирована с использованием трехэлектродной системы со скоростью сканирования 1 мВ с<sup>-1</sup>, в которой Zn фольга использовалась в качестве рабочего электрода и пары электродов, а насыщенная глицират (SCE) использовалась в качестве эталонного электрода. Вот запись кривых токового метода времени (CA) при избыточном потенциале - 150 мВ.

### **2.4 Теоретический расчет**

Все вычисления первого принципа выполняются в рамках проекционного метода усиленных волн (PAW) [40] с использованием венского пакета моделирования с нуля (VASP) [39] в форме функциональной теории плотности (DFT). Perdew - Burke - Ernzerhof (PBE) описывает функции, связанные с обменом, для обобщенного приближения

градиента (GGA) [41]. Конец плоской волны установлен как 500 эВ. В процессе структурной оптимизации предел сходимости сил и энергии составляет менее 0,01 эВ и  $10^{-5}$  эВ / атомов соответственно. Расстояние между К - точками для всех конструкций установлено на уровне 0,3, так что минимальное расстояние между точками К составляет 0,3 а-1. Следующие электронные состояния считаются валентными: Zn -  $d^{10}p^2$ , С -  $s^2p^2$  и О -  $s^2p^4$ . Анализ миграционных свойств Zn с помощью метода легкого толкания эластичной полосы (CI - NEB) на восходящем изображении [42]. Атомное положение и постоянная решетки релаксируются до тех пор, пока остаточная сила каждого вида не будет меньше 0,03 эВ - 1, а общая энергия не сойдется до  $10^{-4}$  эВ.

Моделирование молекулярной динамики (MD) с помощью пакета GROMACS 4.6.7 [43]. Все компоненты используют силовое поле Amber 03. Для MD - моделирования 2M ZnSO<sub>4</sub> (содержит 72 ZnSO<sub>4</sub> и 2000 H<sub>2</sub>O) и 4,65 нм ZnSO<sub>4</sub> ОК (содержит 67 ZnSO<sub>4</sub>, 1861 H<sub>2</sub>O и 1 ОК) используется кубический аккумулятор линейного размера 4,81 нм с пакетом PACKMOL [44]. Во всех моделях температура остается постоянной на уровне T = 300 К, используя улучшенную константу времени связи 0,1 с. При помощи полуизотропного барометра Parrinello - Rahman [46] давление остается постоянным на уровне p = 1 бар. Электростатические взаимодействия обрабатываются методом Particle Mesh Ewald [47]. Взаимодействие Леннарда - Джонса было перерезано на 1,0 нм и перемещено к нулю. Для числового интегрирования используется алгоритм Leapfrog с базовым шагом времени 2fs. Все клавиши связаны алгоритмом LINCS [48].

### **Вывод**

В данной главе представлен комплекс экспериментальных установок для исследования, который использовался для исследования экспериментальных образцов. Используемые для анализа образцов: дифракция рентгеновских лучей (XRD), сканирующая электронная

микроскопия (SEM), автоматическом испытательном приборе для аккумуляторов Land – 2100, а также приведена функциональная схема исследовательского устройства и описан процесс эксплуатации.

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
150Б91	Цзя Вэньтао

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	03.03.02 Физика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- 30% премии; - 20% надбавки; - 16% накладные расходы; - 30% районный коэффициент
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Потенциальные потребители результатов исследования Проведение анализа конкурентоспособности
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Цели и результаты проекта Организационная структура проекта
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Структура работ в рамках научного исследования Разработка графика проведения научного исследования Бюджет научно-технического исследования

### Перечень графического материала

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Верховская М.В.	к.э.н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Цзя Вэньтао		

## **Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Целью ВКР является подавление побочных реакций гидроцинковых батарей электролитом олеиновой кислоты - сульфата цинка. В том числе включает в себя: подготовить коллоидный электролит  $ZnSO_4$  + олеиновая кислота (ОК); провести осаждения  $ZnSO_4$  + ОК на электроды цинковых батарей; исследование влияния адсорбционного слоя ОК на поверхности цинкового катода; определить оптимальные концентрации ОК.

В процессе поиска источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов, оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием. Помимо превышения технических параметров над предыдущими разработками необходимо понимать коммерческую привлекательность научного исследования.

Целью выполнения финансово-экономической части выпускной квалификационной работы является формирование навыков оценки результата научной работы и поиск источников финансирования для проведения научного исследования. Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

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

### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа результатов исследований необходимо рассмотреть целевой рынок и разделить его на части.

Целевые рынки — в будущем будут продавать сегментарные рынки проектов развития. Сегментарные рынки, в свою очередь, являются отдельными сегментами рынка и группой потребителей с некоторыми общими характеристиками.

Сегмент состоит в том, чтобы разделить покупателя на гомогенические группы, которые могут нуждаться в каком-либо продукте (услуги) для каждой группы. Можно применить географию, население, поведение и другие критерии для разделения потребительских рынков, используя такие характеристики, как возраст, Пол, национальность, образование, любимый стиль жизни, социальная принадлежность, профессиональная принадлежность, уровень доходов и т.д.

В соответствии с категорией потребителей (коммерческие организации, отдельные лица) необходимо использовать соответствующие критерии разделения. Например, для коммерческих организаций критерием разделения может быть: местоположение; Ветви; Готовая продукция Размер.

Из установленных стандартов рекомендуется выбрать два наиболее важных для рынка. На основе этих критериев была построена схема сегмента рынка.

В нашей работе мы можем разделить рынок услуг для исследований новых материалов, используемых в исследовании водорода, на основе следующих стандартов: размер фирмы клиента, тип деятельности.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Необходимо систематически проводить детальный анализ конкурентного развития на рынке, поскольку рынок постоянно меняется. Такой анализ помогает корректировать научные исследования, чтобы более успешно противостоять конкурентам. Очень важно реалистично оценить преимущества и недостатки развития конкурентов.

В этой связи вся имеющаяся информация о развитии конкуренции может быть использована:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентоспособных технических решений с точки зрения эффективности ресурсов и экономии ресурсов дает нам возможность оценить относительную эффективность научного развития и определить направление его будущих усовершенствований.

Рекомендуется использовать оценочную карту для анализа, приведенного в таблице опций. 4.2. Для этого необходимо выбрать как минимум 3-4 конкурентоспособных продукта и разработать.

Критерии для сравнения и оценки эффективности ресурсов и экономии ресурсов представлены в картах опций. 4.2, сравнение на основе выбора объекта, в то же время учитывает технические и экономические особенности его разработки, создания и эксплуатации.

Позиции разработчиков и конкурентов оцениваются по каждому показателю с помощью экспертных средств, Один из которых является



наиболее слабым, а пять — наиболее сильным. Суммарный вес индикаторов, установленный с помощью методов экспертов, должен составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_j$  – балл  $i$ -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

Результат эт анализ, партнер и инвестор интерес, может быт конкурентн преимуществ развит, эт поможет созда продукц завоева клиент довер, качеств уровень и разн товар, групп увер, что стандартн параметр, ил групп нестандартн свойств покупател заинтересова свойств.

Таб. 4.2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	3	4	4	0,06	0,06	0,08
2. Удобство в эксплуатации	0,03	5	4	3	0,15	0,12	0,09
3. Энерго-экономичность	0,04	5	3	2	0,20	0,12	0,08
4. Надежность	0,09	5	4	5	0,45	0,36	0,45
5. Уровень шума	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
6. Безопасность	0,10	5	2	4	0,50	0,20	0,40
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	4	5	3	0,24	0,30	0,18
8. Простота эксплуатации	0,05	5	4	2	0,25	0,20	0,10
9. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,10	3	3	4	0,30	0,30	0,40
Экономические критерии оценки эффективности							

1. Конкурентоспособность продукта	0,06	4	5	3	0,24	0,30	0,18
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	5	2	4	0,30	0,12	0,24
3. Цена	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,30
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,18
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	5	4	0,24	0,40	0,32
6. Срок выхода на рынок	0,05	5	2	3	0,25	0,10	0,15
7. Наличие сертификации разработки	0,08	4	5	2	0,32	0,40	0,16
Итого	1	68	52	55	4,16	3,46	3,47

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

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.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В таблице 4.3 предвидены перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и распределение исполнителей по видам работ.

Таб. 4.3. Перечень этапов, работ и распределение пользователей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель

Выбор направления исследований	2	Понимание процесса эксперимента, знакомство с экспериментальным прибором	Студент
	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Учимся собирать батареи	Студент
	5	Научитесь использовать анализатор XRD и Matlab	Студент
	6	Учимся видеть структуру батареи с помощью сканирующей электронной микроскопии	Студент
	7	Проверка эффективности цикла батареи с помощью тестовой системы	Студент
	8	Программное обеспечение для получения изображений на основе результатов экспериментов	Студент
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
Обобщение и оценка результатов	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент
Оформление отчета	12	Написание отчета	Студент

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

В большинстве случаев затраты на рабочую силу составляют большую часть расходов на развитие, поэтому важным моментом является определение интенсивности труда каждого участника научных исследований.

Трудность проведения научных исследований оценивается экспертами в единицах дня человека и по существу вероятностна, поскольку она зависит

от многих факторов, которые трудно принять во внимание. Чтобы определить ожидаемое (среднее) значение интенсивности труда,

используйте следующую формулу:  $t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$ ,

(4.2)

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

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

### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и интуитивным в ходе работы над диссертацией является создание расписания зон активной энергии в форме гэнту для научной работы. Это горизонтальная полосатая диаграмма, в которой работа субъекта определяется периодами расширения во времени, характерными для начала и конца работы.

Для удобства составления расписания продолжительность каждого рабочего дня должна быть преобразована в календарный день. Для этого, пожалуйста, используйте следующую формулу:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.5)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;  $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;  $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году. Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа. Например,  $k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$ .

В таблице 4.4 приведены временные показатели проведения научного исследования.

Таб. 4.4. Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Исп.	Трудоемкость			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
		$t_{\text{min}}$ , чел-дни	$t_{\text{max}}$ , чел-дни	$t_{\text{ож}}$ , чел-дни		
Составление и утверждение технического задания	Р	5	10	7	7	9
Выбор и изучение теоретических основ и программного обеспечения для	С	10	14	12	12	15

вычислительных инструментов						
Календарное планирование работ по теме	P	3	6	4	4	5
Учимся собирать батареи Учимся собирать батареи	C	1	3	2	2	3
Научитесь использовать анализатор XRD и Matlab	I	10	20	14	14	15
Учимся видеть структуру батареи с помощью сканирующей электронной микроскопии	I	5	15	9	9	10
Проверка эффективности цикла батареи с помощью тестовой системы	I	10	20	14	14	16
Программное обеспечение для получения изображений на основе результатов	I	5	15	9	9	10
Оценка эффективности полученных результатов	C	30	40	58	58	71
Определение целесообразности проведения ОКР	P+ C	50	70	58	29 (P: 15; C: 25)	35
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-	C	60	80	68	68	75

технической документации)						
Написание отчета	P+ C	70	90	78	39 (P: 20; C: 39)	48

Диаграмма Ганта строится в виде таблицы 4.5 с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таб. 4.5. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Название работ	Исполнители	T <sub>кал.</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
			фев.		мар.		апр.		май.		июн.									
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2								
Составление и утверждение технического задания	P	9	■																	
Выбор и изучение теоретических основ и программного обеспечения для вычислительных инструментов	C	15	■																	
Календарное планирование работ по теме	P	5		■																
Учимся собирать батареи	C	3		■																
Научитесь использовать анализатор XRD и Matlab	И	15		■																
Учимся видеть структуру батареи с помощью сканирующей электронной микроскопии	И	10			■															
Проверка эффективности цикла батареи с помощью тестовой системы	И	16				■														





#### **4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

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

#### **4.5. Расчет материальных затрат НТИ**

##### **4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ**

Для выполнения данной ВКР требуются затраты на:

- приобретаемую со стороны продукцию, необходимую для обработки результатов;
- оплаты соединения с высокопроизводительным сервером через Интернет.

Данные затраты не подходят под определение материальных затрат, поэтому их учет не требуется. В рамках данной работы отсутствуют такие материальные затраты, как:

- приобретение материальных запасов, сырья, комплектующих и составных частей для основных средств производственных подразделений;
- покупка топлива и горюче-смазочных материалов, электроэнергии, тепловой энергии, воды для выполнения технологического процесса;
- закупка работ, товаров и услуг, необходимых для осуществления производственного цикла;

- убытки и недостачи продукции в пределах установленных норм естественной убыли;
- прочие суммы расходов.

#### **4.5.2 Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ**

Для оборудования нужно рассчитать величину годовой амортизации по следующей формуле (4.6):

$$A_{\text{год}} = \frac{C_{\text{перв}}}{T_{\text{пи}}} \quad (4.5)$$

Здесь  $C_{\text{перв}}$  – первоначальная стоимость, руб;

$T_{\text{пи}}$  – время полезного использования, год.

#### **4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы**

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (4.6)$$

Здесь  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 4.10);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (4.8)$$

Здесь  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 4.11).

В таблице 4.11 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 4.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант	Консультант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней			
• выходные дни:	77	77	77
• праздничные дни:	11	11	11
Потери рабочего времени			
• отпуск:	80	80	80
• невыходы по болезни:	7	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	190	190

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (4.9)$$

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

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет 50%;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$Z_{тс}$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м, руб}$	$Z_{д, руб}$	$T_{р, день}$	$Z_{осн, руб}$
Магистрант	22 000	0,3	0,5	1,3	51 480	2194	109	239 171
Научный руководитель	37 000				86 580	3690	3	11 071
Консультант	37 000				86 580	3690	3	11 071
<b>ИТОГО</b>								261 313

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (4.10)$$

Здесь  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, равный 0,15.

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн, руб}$	$Z_{доп, руб}$	$Z_{зп, руб}$
Магистрант	239 171	35 876	275 047
Научный руководитель	11 071	1 661	12 732
Консультант	11 071	1 661	12 732
<b>ИТОГО</b>	261 313	39 197	300 510

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (4.12)$$

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

В соответствии с положениями подпункта 7 пункта 1 и подпункта 3 пункта 2 статьи 427 Налогового кодекса Российской Федерации для некоммерческих организаций (за исключением государственных (муниципальных) учреждений), зарегистрированных в установленном законодательством Российской Федерации порядке, применяющих упрощенную систему налогообложения и осуществляющих в соответствии с учредительными документами деятельность в области социального обслуживания граждан, научных исследований и разработок, образования, здравоохранения, культуры и искусства (деятельность театров, библиотек, музеев и архивов) и массового спорта (за исключением профессионального) применяются пониженные тарифы страховых взносов в совокупном размере 20% в течение 2017-2024 годов

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	З <sub>осн</sub> , руб	З <sub>доп</sub> , руб	З <sub>внеб</sub> , руб
Магистрант	93 044	13 957	21 400
Научный руководитель	3 028	454	697
Консультант	3 028	454	697
<b>ИТОГО</b>			<b>22 793</b>

#### 4.5.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = k_{нр} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) \quad (4.13)$$

Здесь  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %. Накладные расходы представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Накладные расходы

	Исп. 1	Исп. 2
Основная заработная плата	99 101	99 101

Дополнительная заработная плата	14 865	14 865
Отчисления во внебюджетные фонды	22 793	22 793
Накладные расходы	21 882	21 882

#### 4.5.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма		Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	99 101	99 101	Таблица 4.12
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14 865	14 865	Таблица 4.13
3. Отчисления во внебюджетные фонды	22 793	22 793	Таблица 4.14
4. Накладные расходы	21 882	21 882	16 % от суммы ст. 1-3
5. Бюджет затрат НТИ	158 641	158 641	Сумма ст. 1-4

Как видно из таблицы 4.16 основные затраты НТИ приходятся на основную заработную плату исполнителей.

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4.14)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i \quad (4.15)$$

Здесь  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки; устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1 Простота выполнения исследований	0,40	4	3
2 Удобство в эксплуатации	0,15	4	4
3 Энергосбережение	0,15	3	3
4 Надежность	0,10	3	5
5 Воспроизводимость результатов	0,20	4	4
ИТОГО	1	3,60	3,75

Сравнив значения интегральных показателей ресурсоэффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом для выполнения работы.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (4.16)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. таблицу 4.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}. \quad (4.17)$$

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1



2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,60	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	3,60	3,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,9

### **Вывод**

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, Первый вариант, который выполняет этот расчет, является лучшим вариантом, потому что первый вариант является наиболее экономичным и ресурсосберегающим вариантом, а не второй.

Это показатель, который оценивает перспективность данной технологии, определяя уровень перспектив как «выше среднего». Они перечисляют этапы работ и определяют их трудоемкость и составляют календарный план – график работы. Был разработан целевой бюджет на научные разработки, а также проведена ресурсная экономия и оценка эффективности научных исследований по ресурсосбережению и относительной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
150Б51		Цзя Вэньтао	
Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	Отделение Экспериментальной физики
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	03.03.02. Физика

Тема ВКР:

*Добавка к электролиту на основе олеиновой кислоты для достижения высокопроизводительного осаждения металлического цинка*

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования были цинковые батареи в водной системе.</p> <p>Область применения: влияние электролитических добавок на производительность батареи</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <p>–специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>–организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>1. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4-548-96;</p> <p>2. Нормы естественного и искусственного освещения предприятий, СНиП 23-05-95;</p> <p>3. Допустимые уровни шумов в производственных помещениях. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ;</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1. Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте;</p> <p>2. Пожар взрывоопасность;</p> <p>3. Электромагнитные излучения;</p> <p>4. Шум</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Требование экологической безопасности при проектировании, разработке, эксплуатации, техническом обслуживании электрооборудование</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Правила пожарной безопасности при разработке и эксплуатации электрооборудования</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Цзя Вэньтао		

## Глава 5. Социальная ответственность

### Введение

Основой работы является подавление побочных реакций гидроцинковых батарей электролитом олеиновой кислоты - сульфата цинка. В том числе включает в себя: подготовить коллоидный электролит  $ZnSO_4$  + олеиновая кислота (ОК); провести осаждения  $ZnSO_4$  + ОК на электроды цинковых батарей; исследование влияния адсорбционного слоя ОК на поверхности цинкового катода; определить оптимальные концентрации ОК.

**Актуальности:** это необходимо исследовать его социальная ответственность. В разделе «социальная ответственность» рассмотрим все перечисленные вопросы. А также экологическую безопасность, типичную ЧС и меры, которые применяют при ее возникновении.

Объектом исследования являются водородоподобные атомы

Объектом исследования являются водородоподобные атомы, размером помещения 4 м, шириной 3,5 м, длиной 3 м и площадью 42 м<sup>3</sup>. Рабочее устройство персонального компьютера

В ходе исследования поляризуемость и гиперполяризуемость некоторых структур были рассчитаны с помощью программного обеспечения Fortran. Затем результаты расчета сравниваются со структурой уровня атомной энергии водорода, рассчитанной с использованием обычных методов.

Для оценки уровня безопасности в настоящем разделе следует рассмотреть правовые и институциональные аспекты охраны и безопасности; потенциально вредные и факторы риска и пути снижения их воздействия; Экологическая безопасность научных проектов и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

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

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

Организации должны соблюдать требования трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ [1].

Согласно данному документу, нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю, в данном случае продолжительность рабочей недели составляет шесть дней. Как следствие, применяется следующий режим работы: с понедельника по пятницу 7 часов в день, в субботу 5 часов в день. Оплата труда производится в размере не ниже уровня МРОТ, и нормы труда установлены в соответствии с уровнем техники, технологии, организации производства и труда.

Компенсации и гарантии регламентируются в трудовом кодексе Российской Федерации [1], в локальных нормативных актах, в коллективном договоре и трудовом договоре.

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

Место работы - комната 104, Школа физики, Цилинский университет. Студия представляет собой комнату длиной 10 метров, шириной 5 метров и высотой 3 метра с 2 окнами (видимый свет) в лаборатории и 12 людьми внутри. Работайте непрерывно.

При лабораторных работах работники лаборатории стоят или сидят.

Следовательно, при организации рабочего места лаборанта требуется соблюдение нормативов ГОСТ 12.2.032-78 [2] и ГОСТ 12.2.033-78 [3].

Лаборатория оснащена отоплением и вентиляцией. Для отделки помещений используют диффузно-отражающие материалы. Поверхность пола соответствует следующим требованиям: ровность, удобство для

очистки, наличие антистатических свойств, отсутствие выбоин. В помещении держат аптечку первой медицинской помощи и огнетушитель. Расположение рабочего стола обеспечивает удобство работы за ним и дает возможность осмотра, а также ремонта находящегося на нем оборудования.

## 5.2 Производственная безопасность

Исследование проводилось в лаборатории 104 на втором этаже Школы физики Цзилиньского университета. В исследовании использовались суперкомпьютеры и персональные компьютеры из Цзилиньского университета.

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 [4]. Перечень выявленных возможных опасных и вредных факторов представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Р а зработк а	И зготовле	Э ксплуата	
1. Превышение уровня шума				ГОСТ 12.1.003-2014 [5] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [6] ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ [7]
2. Отклонение показателей микроклимата				ГОСТ 12.1.005-88 [8] ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ [9] СанПиН 1.2.3685-21 [10] ГОСТ 12.4.011-89 [11]
3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека				ГОСТ 12.1.038-82 [12] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [13]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны				СанПиН 1.2.3685-21 [10]

## 5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

### 5.2.1.1 Анализ показателей шума

Гигиенические нормативы по шуму устанавливаются национальным законодательством [5].

В таблице 5.2 показаны допустимые уровни шума представленные в Санитарных нормах [6].

Таблица 5.2 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

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

Работа исследователей в лаборатории относится к категории работ со световым напряжением и легким движением. Для таких работников максимально допустимый уровень шума составляет 80 дБа. Длительное воздействие шума является причиной возникновения определенных заболеваний нервной системы.

С воздействием шума, превышающего норму, связано повышение артериального давления, снижение слуха, и т. п. [15].

Показатели уровня шума в лаборатории соответствуют нормативам.

При превышении норм по шуму нужно принимать меры по снижению уровня шума и защите работников от его воздействия в соответствии с [7], используя в том числе такие меры, как:

- применение противошумных наушников;
- оборудование акустических экранов;

Кроме того, необходимо рационально размещать рабочие места, а также создавать шумозащищенные зоны.

### 5.2.1.2 Анализ показателей микроклимата

Показателями микроклимата производственных помещений называются температура и относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха [15].

В таблице 5.3 обозначены оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения для категории работ «Легкая Ia» по ГОСТ 12.1.005-88 [8].

Таблица 5.3 – Требования к микроклимату помещения для категории работ

«Легкая Ia»

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная, не	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
		верхняя граница		нижняя граница					
		на рабочих местах							
	постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных					
Холодный	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1



Теплый	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28°C)	0,1	0,1-0,2
--------	-------	----	----	----	----	-------	---------------------	-----	---------

Влажность воздуха влияет на терморегуляцию организма: с высокой влажностью связано затруднение терморегуляции, слишком низкая влажность приводит к пересыханию слизистой оболочки дыхательных путей.

Движение воздуха в значительной степени отражается на самочувствии человека: результатом движения воздуха меньше нормы является головная боль; вследствие движения воздуха больше нормы возможны переохлаждение и простудные заболевания.

Если температуры окружающего воздуха высокие, то это может приводить к перегреву, обмороку, тепловому удару, обезвоживанию. Если температура окружающего воздуха на рабочем месте слишком низкая, то это может приводить к простудным заболеваниям, снижению иммунитета, замерзанию [16].

В случае превышения ПДК вредных веществ в воздухе у работников лаборатории может случиться головокружение, потеря сознания, нарушение памяти и пр. Порошки могут вызвать бронхиальную астму и расстройство кишечного тракта. Возможно раздражение кожного покрова, глаз. Порошки способны вызывать аллергические заболевания. Последствия для человека от запылённости наночастицами могут быть весьма серьезны – это болезни дыхательной системы, ее внутренние повреждения, повышенная вероятность появления аллергий и раздражений.

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ, а также выполнены комплексы организационно-

технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Необходимо аккуратно работать с порошками, при проветривании помещения, необходимо убирать порошки от прямого воздействия поступающего воздуха. Уменьшению запыленности помещений могут служить также следующие меры: соблюдение герметичности оборудования; недопущение скопления оседающей пыли на оборудовании; ежедневная текущая очистка помещений и регулярная генеральная уборка пыли с использованием централизованной системы пневмоуборки. Для предотвращения попадания вредных веществ в организм работника рекомендуется использовать респираторы, противогазы, маски; очки; перчатки; специальная противопылевая одежда; защитные пасты и мази [11]. Контролем содержания вредных примесей в воздухе и на рабочих местах занимается санитарная лаборатория.

Для обеспечения соответствия показателей микроклимата требуемым оптимальным и допустимым нормам следует проводить измерение показателей микроклимата в соответствии с требованиями, представленными в СанПиН 1.2.3685-21 [10].

Чтобы поддерживать требуемые параметры микроклимата в рабочей зоне, используют защиту от источников теплового излучения, систему вентиляции, кондиционирование воздуха, отопление, влажную уборку, увлажнение воздуха.

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

- вентиляция и очистка воздуха;
- кондиционирование воздуха;
- локализация вредных факторов;
- отопление;

- автоматический контроль и сигнализация;
- дезодорация воздуха;
- использование оборудования и препаратов для дезинфекции, оградительных устройств, знаков безопасности;
- применение перчаток и респираторов в качестве средств защиты рук и органов дыхания .

### 5.2.1.3 Анализ электробезопасности

Электрический ток рассматривается в качестве повышенного источника опасности. В таблице 5.4 выделены предельно допустимые значения электрического тока при неаварийном режиме работы электрооборудования [12].

Таблица 5.4 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

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

Основными источниками поражения электрическим током являются поврежденная проводка, розетка, выключатель и открытые металлические участки электроприборов.

К основным причинам воздействия тока на человека относятся ситуации: 1) человек случайно прикасается или приближается на опасное расстояние к токоведущим частям; 2) в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала на металлических частях оборудования появляется напряжение; 3) напряжение появляется на отключённых токоведущих частях, где работают люди, в связи с ошибочным включением

установки; 4) провод замыкается на землю, в результате чего появляется шаговое напряжение на поверхности земли [17].

Электрический ток оказывает на человека следующие виды воздействия:

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

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

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

4) биологическое – может являться причиной нарушения и полного прекращения деятельности органов дыхания и кровообращения [18].

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

– выполнение электроустановок в соответствии с требованиями электробезопасности;

– использование электрического разделения;

– применение системы защитных проводов; применение электрического разделения сети.

#### **5.2.1.4 Анализ показателей освещенности рабочей зоны**

Нормы освещения лабораторий по [10] представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в лабораториях

Рабочая поверхность и	Естественное освещение КЕО $e_n$ , %	Совмещённое освещение КЕО $e_n$ , %	Искусственное освещение
-----------------------	---	--	-------------------------

плоскост ть нормир ования КЕО и освещё нности (Г – горизон тальная , В – вертика льная) и высота плоскос ти над полом, м	при верхнем или комбини рованно м освещен ии	при боко вом осве щении и	при верхнем или комбини рованно м освещен ии	при боко вом осве щении и	Освещенность, лк		Показ атель диско мфорт а, М, не более	Коэфф ициент пульса ции освещё нности , КЕО е <sub>н</sub> , %, не более
					при комбини рованно м освещен ии	при обще м осве щении и		
					вс ег о	от общ его		
Г-0,8	2.4	1.9	2.0	0,5	39 7	255	367	37

В результате неблагоприятных условий освещения может утомляться зрительный анализатор, снижаться работоспособность, могут появляться профессиональные заболевания.

С неблагоприятными условиями освещения связано повышенное утомление и развитие близорукости. Неблагоприятные условия освещения вызывают повышенное утомление и апатию.

Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения способствует световому голоданию и снижению интенсивности обмена веществ в организме.

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

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

### **5.3 Экологическая безопасность**

При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

Тематика исследования была теоретической, но соответствующие исследования проводились на компьютере. Итак, с точки зрения воздействия на окружающую среду, давайте посмотрим на влияние компьютерных технологий на окружающую среду. Компьютерная техника потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, поэтому по затратам на электроэнергию оно не оказывает существенной опасности для окружающего мира.

Компьютеры, утратившие способность потреблять, подразделяются на четыре категории опасностей (малоопасные отходы). Обработкой и утилизацией отходов I и IV категорий занимаются лицензированные организации. При неправильном обращении это может серьезно повлиять на среду компьютера, поэтому предлагаются следующие обработчики:

1. Удалите все опасные ингредиенты;
2. Снимите все основные пластиковые детали. Остальное отправляется в большой измельчитель, где все дальнейшие операции автоматизированы.

- 3) Компьютерные фрагменты измельчаются в гранулы, а затем сортируются. Сначала магнит удаляет весь металл. Затем стали отделять цветные металлы, которых довольно много в персональных компьютерах.

Все материалы, полученные в процессе переработки, могут быть повторно использованы в различных производственных процессах.

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

Под чрезвычайными ситуациями понимаются опасные события или явления, в результате чего нарушается безопасность жизнедеятельности.

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

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

В случае возникновения ЧС на предприятии, в лаборатории необходимо выполнить следующий комплекс мероприятий: 1) эвакуация; 2) укрытие людей в защитных сооружениях; 3) обеспечение индивидуальными средствами защиты; 4) организация медицинской помощи пострадавшим.

В качестве наиболее распространенной вероятной ЧС в лаборатории выделяют пожар.

Помещение лаборатории по степени пожароопасности относится к классу П-П, так как в нем т. к. в нём присутствует выделение пыли и волокон во взвешенном состоянии .

Причины возникновения пожара могут быть электрического и неэлектрического характера.

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

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

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия: а) сотрудникам лаборатории необходимо пройти противопожарный инструктаж; б) необходимо знание сотрудниками расположения средств пожаротушения и умение ими пользоваться; в) требуется обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения необходимо содержать в исправном состоянии и располагать на видном и легко доступном месте.

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

### **Вывод**

В ходе проверки техники безопасности и гигиены труда на экспериментальных работах были определены вредные и опасные факторы,



виды деятельности и средства защиты на рабочих местах, приняты во внимание чрезвычайные ситуации и поведение, описаны рабочие процедуры установки. Чтобы обеспечить безопасность жизни, работа должна выполняться в соответствии с правилами.

## Заключение

В заключение мы предлагаем коллоидный ион цинка, используемый в качестве присадки к электролиту ОА, для содействия плоским отложениям цинка, а также для подавления коррозии и побочных реакций цинковых металлических анодов в водном электролите. В отличие от традиционных растворимых электролитов, ОА и  $Zn^{2+}$  в электролитах и вода не подходят. Это Временная электролитная присадка, которая существует только в электролите на начальной стадии переработки батареи. После этого молекулы ОА соединяются на поверхности цинка и образуют гидрофобный адсорбент на поверхности цинка. Адсорбционный слой ОА может регулировать отложение цинка в плоской плоскости с параллельной ориентацией, образуя плоский металлический цинковый анод. Осушительные алкильные цепи ОА могут отделять воду от цинка, тем самым сдерживая коррозию анода и побочные реакции. Благодаря этим преимуществам можно добиться высокой кулоновой эффективности долгосрочного гальванического осаждения / удаления цинка. Использование этого коллоидного цинкового иона электролита для подготовки  $Zn||MnO_2$  батареи значительно повысили свойства цикла и скорости, имеют широкие перспективы практического применения.

## Список литературы

1. Q. Zhang, Y. Ma, Y. Lu, X. Zhou, L. Lin, L. Li, Z. Yan, Q. Zhao, K. Zhang, J. Chen, Designing Anion-Type Water-Free Zn<sup>2+</sup> Solvation Structure for Robust Zn Metal Anode, *Angew. Chem. Int. Ed.* 60 (43) (2021) 23357 – 23364
2. L. Tan, C. Wei, Y. Zhang, Y. An, S. Xiong, J. Feng, Long-life and dendrite-free zinc metal anode enabled by a flexible, green and self-assembled zincophilic biomass engineered O<sup>-</sup> K<sup>+</sup> based interface, *Chem. Eng. J.* 431 (2022), 134277
3. Y. Liang, H. Dong, D. Aurbach, Y. Yao, Current status and future directions of multivalent metal-ion batteries, *Nat. Energy* 5 (2020) 646 – 656
4. F. Wang, O. Borodin, T. Gao, X. Fan, W. Sun, F. Han, A. Faraone, J.A. Dura, K. Xu, C. Wang, Highly reversible zinc metal anode for aqueous batteries, *Nat. Mater.* 17 (6) (2018) 543 – 549.
5. H. Lu, X. Zhang, M. Luo, K. Cao, Y. Lu, B. Xu, H. Pan, K. Tao, Y. Jiang, Amino Acid-Induced Interface Charge Engineering Enables Highly Reversible Zn Anode, *Adv. Funct. Mater.* 31 (2021) 2103514
6. Z. Zhao, R. Wang, C. Peng, W. Chen, T. Wu, B. Hu, W. Weng, Y. Yao, J. Zeng, Z. Chen, P. Liu, Y. Liu, G. Li, J. Guo, H. Lu, Z. Guo, Horizontally arranged zinc platelet electrodeposits modulated by fluorinated covalent organic framework film for high-rate and durable aqueous zinc ion batteries, *Nat. Commun.* 12 (1) (2021) 6606
7. Z. Zhao, J. Zhao, Z. Hu, J. Li, J. Li, Y. Zhang, C. Wang, G. Cui, Long-life and Deeply Rechargeable Aqueous Zn Anodes Enabled by Multifunctional Brightener-Inspired Interphase, *Energy Environ. Sci.* 12 (2019) 1938 – 1949
8. C. Liu, Y. Tian, Y. An, Q. Yang, S. Xiong, J. Feng, Y. Qian, Robust and flexible polymer/O<sup>-</sup> K<sup>+</sup>-derived two dimensional TiO<sub>2</sub> hybrid gel electrolyte for dendrite-free solid-state zinc-ion batteries, *Chem. Eng. J.* 430 (2022), 132748
9. J. Zheng, Q. Zhao, T. Tang, J. Yin, C.D. Quilty, G.D. Renderos, X. Liu, Y. Deng,

- L. Wang, D.C. Bock, C. Jaye, D. Zhang, E.S. Takeuchi, K.J. Takeuchi, A. C. Marschilok, L.A. Archer, Reversible epitaxial electrodeposition of metals in battery anodes, *Science* 366 (6465) (2019) 645 – 648.
10. X. Yang, C. Li, Z. Sun, S. Yang, Z. Shi, R. Huang, B. Liu, S. Li, Y. Wu, M. Wang, Y. Su, S. Dou, J. Sun, Interfacial Manipulation via In Situ Grown ZnSe Cultivator toward Highly Reversible Zn Metal Anodes, *Adv. Mater.* 33 (52) (2021) 2105951
11. S. Wang, Z. Wang, Y. Yin, T. Li, N. Chang, F. Fan, H. Zhang, X. Li, A highly reversible zinc deposition for flow batteries regulated by critical concentration induced nucleation, *Energy Environ. Sci.* 14 (7) (2021) 4077 – 4084
12. N. Wang, S. Zhai, Y. Ma, X. Tan, K. Jiang, W. Zhong, W. Zhang, N. Chen, W. Chen, S. Li, G. Han, Z. Li, Tridentate citrate chelation towards stable fiber zinc-polypyrrole battery with hybrid mechanism, *Energy Storage Mater.* 43 (2021) 585 – 594
13. M. Zhou, S. Guo, J. Li, X. Luo, Z. Liu, T. Zhang, X. Cao, M. Long, B. Lu, A. Pan, G. Fang, J. Zhou, S. Liang, Surface-Preferred Crystal Plane for a Stable and Reversible Zinc Anode, *Adv. Mater.* 33 (21) (2021) 2100187
14. D. Yuan, J. Zhao, H. Ren, Y. Chen, R. Chua, E.T.J. Jie, Y. Cai, E. Edison, W. Manalastas Jr, M.W. Wong, M. Srinivasan, Anion Texturing Towards Dendrite-Free Zn Anode for Aqueous Rechargeable Batteries, *Angew. Chem. Int. Ed.* 60 (13) (2021) 7213 – 7219
15. W. Chen, S. Guo, L. Qin, L. Li, X. Cao, J. Zhou, Z. Luo, G. Fang, S. Liang, Hydrogen Bond-Functionalized Massive Solvation Modules Stabilizing Bilateral Interfaces, *Adv. Funct. Mater.* 32 (20) (2022) 2112609
16. Z. Hou, H. Tan, Y. Gao, M. Li, Z. Lu, B. Zhang, Tailoring desolvation kinetics enables stable zinc metal anodes, *J. Mater. Chem. A* 8 (37) (2020) 19367 – 19374

17. Y. Dong, L. Miao, G. Ma, S. Di, Y. Wang, L. Wang, J. Xu, N. Zhang, Non-concentrated aqueous electrolytes with organic solvent additives for stable zinc batteries, *Chem. Sci.* 12 (16) (2021) 5843 – 5852
18. P. Sun, L. Ma, W. Zhou, M. Qiu, Z. Wang, D. Chao, W. Mai, Simultaneous Regulation on Solvation Shell and Electrode Interface for Dendrite-Free Zn Ion Batteries Achieved by a Low-Cost Glucose Additive, *Angew. Chem. Int. Ed.* 60 (33) (2021) 18247 – 18255
19. B. Wang, R. Zheng, W. Yang, X. Han, C. Hou, Q. Zhang, Y. Li, K. Li, H. Wang, Synergistic Solvation and Interface Regulations of Eco-Friendly Silk Peptide Additive Enabling Stable Aqueous Zinc-Ion Batteries, *Adv. Funct. Mater.* 32 (23) (2022) 2112693
20. Y. Sun, Z. Xu, X. Xu, Y. Nie, J. Tu, A. Zhou, J. Zhang, L. Qiu, F. Chen, J. Xie, T. Zhu, X. Zhao, Low-cost and long-life Zn/Prussian blue battery using a water-in-ethanol electrolyte with a normal salt concentration, *Energy Storage Mater.* 48 (2022) 192 – 204
21. L. Cao, D. Li, E. Hu, J. Xu, T. Deng, L. Ma, Y. Wang, X.-Q. Yang, C. Wang, Solvation Structure Design for Aqueous Zn Metal Batteries, *J. Am. Chem. Soc.* 142 (51) (2020) 21404 – 22020
22. J. Cao, D. Zhang, X. Zhang, Z. Zeng, J. Qin, Y. Huang, Strategies of regulating Zn<sup>2+</sup> solvation structures for dendrite-free and side reaction-suppressed zinc-ion batteries, *Energy Environ. Sci.* 15 (2) (2022) 499 – 528
23. L. Yuan, J. Hao, C.-C. Kao, C. Wu, H.-K. Liu, S.-X. Dou, S.-Z. Qiao, Regulation methods for the Zn/electrolyte interphase and the effectiveness evaluation in aqueous Zn-ion batteries, *Energy Environ. Sci.* 14 (11) (2021) 5669 – 5689
24. L. Cao, D. Li, T. Pollard, T. Deng, B. Zhang, C. Yang, L. Chen, J. Vatamanu, E. Hu, M.J. Hourwitz, L. Ma, M. Ding, Q. Li, S. Hou, K. Gaskell, J.T. Fourkas,

X.-Q. Yang, K. Xu, O. Borodin, C. Wang, Fluorinated interphase enables reversible aqueous zinc battery chemistries, *Nat. Nanotechnol.* 16 (8) (2021) 902 – 910

25. D. Wilson, M.A. Langell, XPS analysis of oleylamine/oleic acid capped Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles as a function of temperature, *Appl. Surf. Sci.* 303 (2014) 6 – 13

26. S. Guo, L. Qin, T. Zhang, M. Zhou, J. Zhou, G. Fang, S. Liang, Fundamentals and perspectives of electrolyte additives for aqueous zinc-ion batteries, *Energy Storage Mater.* 34 (2021) 545 – 562

27. H. Yan, S. Li, Y. Nan, S. Yang, B. Li, Ultrafast Zinc – Ion – Conductor Interface toward High-Rate and Stable Zinc Metal Batteries, *Adv. Energy Mater.* 11 (18) (2021) 2100186

28. S. Di, X. Nie, G. Ma, W. Yuan, Y. Wang, Y. Liu, S. Shen, N. Zhang, Zinc anode stabilized by an organic-inorganic hybrid solid electrolyte interphase, *Energy Storage Mater.* 43 (2021) 375–382

29. A. Bayaguud, X. Luo, Y. Fu, C. Zhu, Cationic Surfactant-Type Electrolyte Additive Enables Three-Dimensional Dendrite-Free Zinc Anode for Stable Zinc-Ion Batteries, *ACS Energy Lett.* 5 (2020) 3012–3020

30. D. Yang, C. Zhao, R. Lian, L. Yang, Y. Wang, Y. Gao, X. Xiao, Y. Gogotsi, X. Wang, G. Chen, Y. Wei, Mechanisms of the Planar Growth of Lithium Metal Enabled by the 2D Lattice Confinement from a Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>T<sub>x</sub> OK Intermediate Layer, *Adv. Funct. Mater.* 31 (24) (2021) 2010987

31. J. Cao, D. Zhang, C. Gu, X. Wang, S. Wang, X. Zhang, J. Qin, Z.-S. Wu, Manipulating Crystallographic Orientation of Zinc Deposition for Dendrite-free Zinc Ion Batteries, *Adv. Energy Mater.* 11 (29) (2021) 2101299

32. J. Hao, X. Li, S. Zhang, F. Yang, X. Zeng, S. Zhang, G. Bo, C. Wang, Z. Guo, Designing Dendrite-Free Zinc Anodes for Advanced Aqueous Zinc Batteries, *Adv. Funct. Mater.* 30 (30) (2020) 2001263

33. X.-S. Xie, S. Liang, J. Gao, S. Guo, J. Guo, C. Wang, G. Xu, X. Wu, G. Chen, J. Zhou, Manipulating the Ion-Transference Kinetics and Interface Stability for High-Performance Zinc Metal Anode, *Energy Environ. Sci.* 13 (2020) 503 – 510
34. X. Zhang, J. Li, D. Liu, M. Liu, T. Zhou, K. Qi, L. Shi, Y. Zhu, Y. Qian, Ultra-long-life and highly reversible Zn metal anodes enabled by a desolvation and deanionization interface layer, *Energy Environ. Sci.* 14 (5) (2021) 3120 – 3129
35. L. Ma, Q. Li, Y. Ying, F. Ma, S. Chen, Y. Li, H. Huang, C. Zhi, Toward Practical High-Areal-Capacity Aqueous Zinc-Metal Batteries: Quantifying Hydrogen Evolution and a Solid-Ion Conductor for Stable Zinc Anodes, *Adv. Mater.* 33 (2021) 2007406
36. K. Ouyang, D. Ma, N. Zhao, Y. Wang, M. Yang, H. Mi, L. Sun, C. He, P. Zhang, A New Insight into Ultrastable Zn Metal Batteries Enabled by In Situ Built Multifunctional Metallic Interphase, *Adv. Funct. Mater.* 32 (7) (2021) 2109749
37. W. Xu, K. Zhao, W. Huo, Y. Wang, G. Yao, X. Gu, H. Cheng, L. Mai, C. Hu, X. Wang, Diethyl ether as self-healing electrolyte additive enabled long-life rechargeable aqueous zinc ion batteries, *Nano Energy* 62 (2019) 275 – 281
38. S. Islam, M.H. Alfaruqi, V. Mathew, J. Song, S. Kim, S. Kim, J. Jo, J.P. Baboo, D. Pham, D.Y. Putro, Y.-K. Sun, J. Kim, Facile synthesis and the exploration of the zinc storage mechanism of  $\beta$ -MnO<sub>2</sub> nanorods with exposed (101) planes as a novel cathode material for high performance eco-friendly zinc-ion batteries, *J. Mater. Chem. A* 5 (44) (2017) 23299–23309
39. P.E. Blöchl, Projector augmented-wave method, *Phys. Rev. B* 50 (24) (1994) 17953 – 17979
40. G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B* 47 (1) (1993) 558 – 561
41. Y. Wang, J.P. Perdew, Correlation hole of the spin-polarized electron gas, with exact small-wave-vector and high-density scaling, *Phys. Rev. B* 44 (24) (1991) 13298 – 13307

42. G. Henkelman, B.P. Uberuaga, H. Jónsson, A climbing image nudged elastic band method for finding saddle points and minimum energy paths, *J. Chem. Phys.* 113 (22) (2000) 9901 – 9904
43. B. Hess, C. Kutzner, D. van der Spoel, E. Lindahl, GROMACS 4: Algorithms for Highly Efficient, Load-Balanced, and Scalable Molecular Simulation, *J. Chem. Theory Comput.* 4 (3) (2008) 435 – 447
44. L. Martínez, R. Andrade, E.G. Birgin, J.M. Martínez, PACKMOL: a package for building initial configurations for molecular dynamics simulations, *J. Comput. Chem.* 30 (13) (2009) 2157 – 2164
45. G. Bussi, D. Donadio, M. Parrinello, Canonical sampling through velocity rescaling, *J. Chem. Phys.* 126 (1) (2007), 01410
46. M. Parrinello, A. Rahman, Polymorphic transitions in single crystals: A new molecular dynamics method, *J. Appl. Phys.* 52 (12) (1981) 7182 – 7190
47. T. Darden, D. York, L. Pedersen, Particle mesh Ewald: An  $N \cdot \log(N)$  method for Ewald sums in large systems, *J. Chem. Phys.* 98 (12) (1993) 10089 – 10092
48. B. Hess, H. Bekker, H.J.C. Berendsen, J.G.E.M. Fraaije, LINCS: A linear constraint solver for molecular simulations, *J. Comput. Chem.* 18 (12) (1997) 1463–1472
49. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019).
50. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
51. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
52. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (дата введения: 01.03.2017).
53. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (дата введения: 01.11.2015).



54. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г.).
55. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация (дата введения: 01.07.1981).
56. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения: 01.01.1989).
57. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (дата введения: 01.01.1977).
58. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (утв. Постановлением № 2 от 28 января 2021 г.).
59. ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация (дата введения: 01.07.1990).
60. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов (дата введения: 01.07.1983).
61. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (дата введения: 01.01.2011).
62. Микроклимат на рабочем месте [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области – Кузбассу. – 2016. – URL: <http://42.rospotrebnadzor.ru/content/874/54136/> (дата обращения: 20.03.2023).
63. Мушников, В. С. Условия труда работающих: влияние нагревающего микроклимата промышленных помещений на организм человека: Методическая разработка / В. С. Мушников, В. В. Вьюхин, В. И. Лихтенштейн, Л. Г. Турчанинов. – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 22 с.
64. Назаренко, О. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О. Б. Назаренко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 144 с.

65. Куликов, Г. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Г. Б. Куликов. – М.: МГУП, 2010. – 408 с.
66. Михалёва, К. А. Влияние параметров световой среды на здоровье человека / К. А. Михалёва [Электронный ресурс] // Городской округ Верхотурский. – 2017. – URL: <http://adm-verhotury.ru/social/helth/media/2017/10/16/vliyanie-parametrov-svetovoj-sredyi-na-zdorove-cheloveka/> (дата обращения: 20.03.2023).
67. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (с изменениями на 14 февраля 2022 года).
68. ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (с изменениями от 30 апреля 2021 года).