

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 03.03.02 Физика
ООП/ОПОП Физика
Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Синтез и исследование свойств $\text{KTi}_2(\text{P04})_3$

УДК 661.87.091

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Ли Ханьюй		

Руководитель ВКР

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

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

	информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-7	Способен использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка.
ОПК(У)-8	Способен критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности.
ОПК(У)-9	Способен получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК(У)-2	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
ПК(У)-3	Готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК(У)-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК(У)-5	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований
ПК(У)-6	Способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований
ПК(У)-7	Способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме
ПК(У)-8	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	Ли Ханьюй

Тема работы:

Синтез и исследование свойств KTi2(P04)3	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2023, 27-79/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	Металл-ионный аккумулятор
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <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>	Аналитический обзор литературных источников Материал и методы исследований Результаты исследований Социальная ответственность Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Заключение по работе
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	-

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Сечин А.И.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская М.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
-	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Ли Ханьюй		



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

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	Ли Ханьюй

Тема работы:

Синтез и исследование свойств $\text{KTi}_2(\text{P04})_3$
--

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	Пушилина Н.С.	к.ф.-м.н.		

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	Ли Ханьюй		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 65 с., 15 рис., 8 табл., 19 источников литературы.

Ключевые слова: золь-гель метод, сложные фосфаты, электроды.

Объектом исследования является $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$.

Цель работы – исследование влияния метода синтеза на свойства $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1. Синтез образцов $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ золь-гель методом и твердофазным методом. 2. Исследование структурно-фазового состояния $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ в зависимости от метода синтеза. 3. Изучение влияния метода синтеза на электрохимические свойства $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$.

В результате исследования установлено, что электрод, приготовленный растворо-гельным методом, по электрохимическим свойствам значительно лучше, чем электрод, приготовленный твердофазным методом.

Область применения: результаты исследований могут быть использованы для разработки новых электродных материалов для калий-ионных аккумуляторов.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в разработке и создании изделий, превышающих свойства изделий, полученных традиционными методами.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	10
1	МЕТАЛЛ-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ.....	12
	1.1 Типы и устройство металл-ионных аккумуляторов.....	12
	1.2 Катодные материалы и их свойства.....	13
2	МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	16
	2.1 Синтез образцов $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$	16
	2.2 Характеристика электродных материалов.....	17
	2.2.1 Рентгеноструктурный анализ.....	17
	2.2.2 Морфология и микроструктура КТП.....	17
	2.3 Испытание электрохимических свойств.....	18
	2.3.1 Заряд и разряд постоянного тока (GDC).....	18
	2.3.2 Стабильность цикла и испытание производительности..	19
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ, МИКРОСТРУКТУРЫ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ.....	21
	3.1 Влияние метода синтеза на структурно-фазовое состояние синтезированных материалов.....	21
	3.2 Морфология и микроструктура КТП.....	22
	3.3 Испытание электрохимических свойств.....	25
	3.3.1 Заряд и разряд постоянного тока.....	25
	3.3.2 Стабильность цикла и испытание производительности...	26
4	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРС ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	29
	4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	30
	4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31

	4.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	31
	4.2.2 SWOT – анализ.....	33
	4.3 Планирование научно-технического исследования.....	38
	4.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ.....	40
	4.4 Бюджет научного исследования.....	45
	4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	45
	4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	46
	4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	47
	4.4.4 Дополнительная заработная плата.....	48
	4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	49
	4.4.6 Расчет затрат на электроэнергию.....	49
	4.4.7 Расчет затрат на научные и производственные командировки и накладные расходы.....	50
	4.4.8 Формирование бюджета затрат НТИ.....	50
	4.5 Ресурсоэффективность.....	51
	Задание к разделу «Социальная ответственность».....	55
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	57
	5.1 Введение.....	57
	5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	57
	5.3 Производственная безопасность.....	59
	5.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов...	60
	5.5 Экологическая безопасность.....	61
	5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	62
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы большое потребление литиевых ресурсов и рост цен на литиевые ресурсы привели к определенным ограничениям на применение литий-ионных аккумуляторов [1]. Натрий-ионные аккумуляторы открывают беспрецедентные возможности для развития, поскольку они работают и структурируют аналогично литий-ионным батареям [1,2]. Обладая обильными ресурсами натрия и низкими материальными затратами, а также хорошими характеристиками при низких температурах, натрий-ионные батареи совместимы с литий-ионными батареями в области хранения энергии. Таким образом, ускорение коммерциализации натрий-ионных аккумуляторов может снизить риск поставок литиевых ресурсов и обеспечить долгосрочное здоровое развитие новой энергетической отрасли.

По сравнению с ионами лития ионы натрия меньше по объему и размеру частиц, но их присутствие отрицательно сказывается на их энергоэффективности. Когда они помещаются в батареи, их размер частиц становится все меньше и меньше, что сильно ограничивает их энергоэффективность и, таким образом, снижает их удельную мощность. Поэтому изучение анодных материалов для высокопроизводительных натрий-ионных аккумуляторов очень важно. Среди них фосфат титана калия $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ (КТР), как более распространенный класс материалов типа NASICON, может быть использован в качестве натриевого интеркаляционного электрода. Его превосходными характеристиками являются хорошие электродные характеристики, такие как стабильная поверхность электрода, отличная проводимость, экологически чистое распределение заряда и чрезвычайно низкая стоимость, что делает его идеальным выбором для хранения и применения с большим потенциалом для будущего развития.

Таким образом, синтез и исследование свойств новых катодных материалов на основе фторидофосфатов щелочных металлов является актуальными направлениями исследований.

Целью данной работы являлось исследование влияния метода синтеза на свойства $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1. Синтез образцов $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ золь-гель методом и твердофазным методом. 2. Исследование структурно-фазового состояния $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ в зависимости от метода синтеза. 3. Изучение влияния метода синтеза на электрохимические свойства $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$.

1 Металл-ионные аккумуляторы

Некоторые металл-ионные батареи, особенно натрий-ионные батареи и литий-ионные батареи, имеют один и тот же основной принцип и работают путем встраивания и деинтеркалирования ионов металлов между положительным и отрицательным электродами [3-14].

1.1 Типы и устройство металл-ионных аккумуляторов

Металло-ионные батареи в основном делятся на литий-ионные батареи, натриево-ионные батареи, калий-ионные батареи, кальций-ионные батареи, магниевые-ионные батареи, Li/Na-O₂ батареи и литий-серные батареи в зависимости от рабочей среды [4]. Металло-ионные ионные батареи делятся на первичные батареи и вторичные батареи, которые в основном состоят из положительных электродных материалов, отрицательных электродных материалов, токосъемников, электролитов и сепараторов.

Принцип работы показан на рисунке 1.1. Взяв в качестве примера натриево-ионные батареи, во время процесса разряда Na⁺ отделяется от отрицательного электродного материала из-за существования разницы концентраций внутри батареи, внедряется в материал положительного электрода через электролит и сепаратор во внутренней цепи, а электроны достигают положительного электрода через электрический прибор через внешнюю цепь для рекомпозиции с Na⁺. Напротив, процесс зарядки – это когда Na⁺ деинтеркалируется от материала положительного электрода под действием приложенного электрического поля и рекомбинируется с электронами и внедряется в материал отрицательного электрода через электролит и сепаратор.

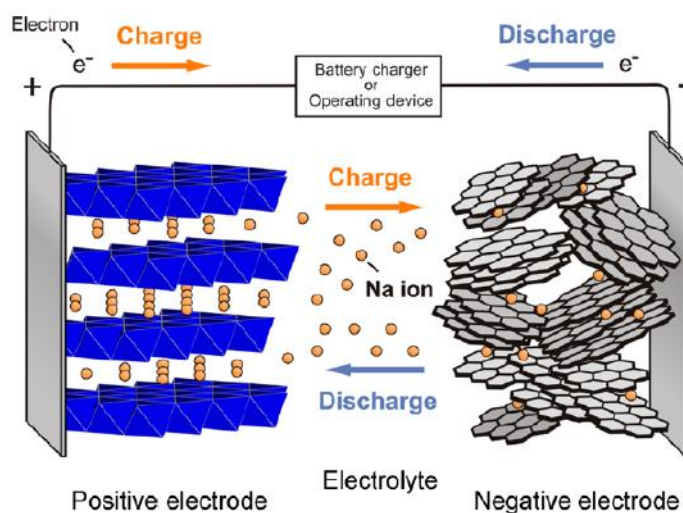


Рисунок 1.1 – Схема принципа работы металло-ионного аккумулятора [5]

1.2 Электродные материалы

Известно, что материал катода металл-ионных аккумуляторов определяет основные энергетические характеристики аккумуляторов (электрохимическая емкость и рабочее напряжение).

Принцип работы металло-ионных батарей в основном зависит от градиента концентрации между положительным и отрицательным электродами, поэтому его еще называют концентрационной батареей. Как положительный, так и отрицательный электроды должны обеспечивать место для интеркаляции и удаления ионов, а рабочее напряжение имеет большую связь с концентрацией ионов. Когда батарея заряжена, ионы металла попадают в электролит из материала положительного электрода, а затем внедряются в материал отрицательного электрода; напротив, ионы металлов попадают в электролит из материала отрицательного электрода и внедряются в материал положительного электрода, а при возникновении поведения заряд-разряд в электродной материале также проводится окислительно-восстановительная реакция [4, 6].

Оксид металла является наиболее широко используемым материалом в катоде батареи, который делится на слоистые NaMnO_2 , оксид марганца и оксид железа материалы. Слоистый NaMnO_2 является первым материалом,

используемым в натриево-ионных батареях, с двумя различными структурами, O3 и P2, и является относительно стабильным. В целом, однако, свойства оксидов металлов не идеальны, и перспективы монометаллических оксидов не так благоприятны, как у полиметаллических компонентов, которые все еще основаны на оксидах металлов.

Анодными материалами батарей являются в основном углеродные материалы, соединения кислорода (серы) переходного металла, металлические элементы и сплавы [7].

В работе [8] представлен обзор катодных материалов для литий-ионных аккумуляторов, проведён анализ преимуществ и рассмотрены перспективы применения катодных материалов на основе литированных оксидов переходных металлов. Предложен способ улучшения электрохимических показателей и стабильности оксида марганца (IV), в основе которого лежит принцип гетеровалентного модифицирования ионами высокоотрицательных элементов – лантаноидов. Отмечена эффективность использования фуллерена, фторида лития, галогенпроизводных фуллеренов в качестве модифицирующей добавки в катодные материалы на основе MnO_2 .

Поскольку характеристики анодных материалов оказывают важное влияние на общую производительность металл-ионных аккумуляторов, многие ученые пытаются найти более совершенные анодные материалы, чтобы улучшить их характеристики в различных сценариях применения.

В работе [9] представлен обзор анодных материалов для литий-ионных аккумуляторов. Существует множество типов анодных материалов, которые могут хранить ионы лития, среди которых наиболее широко используемым анодом являются углеродные материалы, включая графит, мягкий углерод и твердый углерод. Графитовые материалы являются наиболее часто используемыми анодными материалами для коммерческих литий-ионных аккумуляторов из-за их низкой цены и превосходной стабильности цикла. В качестве новых анодных материалов большое внимание также привлекли

материалы на основе кремния, материалы на основе олова, титанат лития, углеродные наноматериалы и металлы лития [9].

Анодные материалы натрий-ионных батарей в основном делятся на четыре категории: первый тип - это материал интеркаляционного типа, который подвергается реакции интеркаляции Na^+ , второй тип - элементы периодической таблицы IV.A Si, Ge, Sn, Pb и V.A элементы P, As, Sb, Bi и другие материалы, которые подвергаются легирующей реакции с Na^+ , третья категория - это конверсионный анодный материал, который подвергается реакции конверсии или многоэлектронной реакции с Na^+ , и четвертая категория - органические соединения.

Поскольку реакции интеркаляции должны иметь большие диффузионные каналы, полианионные соединения являются лучшей альтернативой. Однако, хотя такие соединения, как фосфат натрия и титана ($\text{Na Ti}_2(\text{PO}_4)_3$), обладают меньшим потенциалом, чем натрий, они по-прежнему являются наиболее идеальной альтернативой для удовлетворения многих различных потребностей. Na играет важную роль в этом материале, они могут поддерживать и стабилизировать морфологию кристалла и не могут быть полностью высвобождены, поэтому они считаются лучшим анодным материалом. Фосфат калия и титана ($\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$), изученный в этой статье, аналогичен фосфату натрия и представляет собой электродный материал на основе титана.

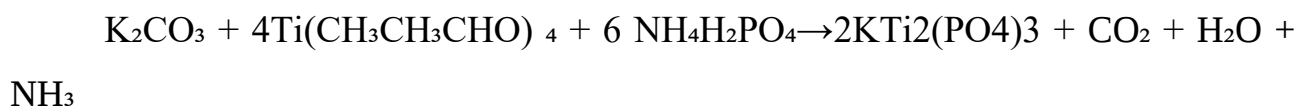
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Синтез образцов $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$

В работе синтез образцов состава $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ проводился несколькими методами: золь-гель методом [15] и твердофазным методом [16]. Под золь-гель методом понимается совокупность стадий, включающая приготовление раствора прекурсора, последовательный перевод его сначала в золь, а затем в гель за счет процессов гидролиза и конденсации, последующее старение, высушивание и термообработка продукта.

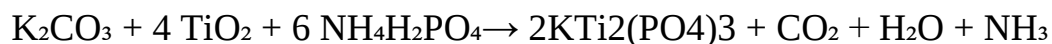
Твердофазные реакционные продукты, как правило, представляют собой порошки микронного размера. Реакционную смесь реагировали при $700\sim 1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ в течение $3\sim 36$ ч с образованием чистой фазы КРТ. Также можно использовать двухступенчатый реакционный метод, то есть прокаленный при $750\text{ }^\circ\text{C}$ или $800\text{ }^\circ\text{C}$ в течение определенного периода времени, а затем реагирующий в течение определенного времени при более высокой температуре после шарового фрезерования, что может соответствующим образом сократить время реакции, уменьшить размер частиц КРТ и сделать его более однородным.

Для синтеза фосфатов золь-гель методом использовались следующие реактивы: 1 моль (0.41463 г) K_2CO_3 , 4 моль (3.41058 г) изопропилтинатата $\text{Ti}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO})_4$, 6 моль (2.0705 г) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 0,02 мм лимонной кислоты и 300 мл воды.



Все материалы были смешаны при температуре $80\text{ }^\circ\text{C}$. Процесс смешивания продолжался до тех пор, пока раствор не испарится, а растворенное вещество не выпадет в осадок в виде твердого вещества. Далее проводилось измельчение полученного твердого вещества в порошок. На заключительном этапе осуществлялась сушка материала при температуре $120\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 12 часов, дальнейший нагрев при температуре $350\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 5 часов, а затем нагревают при $800\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 12 часов и последующее охлаждение.

Для синтеза образцов твердофазным методом использовались следующие реактивы: 0,2764 г K_2CO_3 , 0,6389 г TiO_2 , 1,3803 г $NH_4H_2PO_4$.



Все реактивы в виде порошков были смешаны в ступке с добавлением спирта для ускорения измельчения. Последующий процесс нагрева проводился аналогично золь-гель методу.

2.2 Характеристика электродных материалов

2.2.1 Рентгеноструктурный анализ

Рентгеновская дифракция (XRD) используется для анализа кристаллической структуры материалов, угол испытания обычно составляет $5 \sim 90^\circ$, на основе информации о пике дифракции теста, а формула Шеррера может рассчитать средний размер частиц. Дифрактометр в основном использовался для определения чистоты и кристаллизации $KTi_2(PO_4)_3$.

Кристаллическую структуру изделия регистрировали с помощью рентгеновского дифрактометра (XRD) Philips и излучения $Cu\ K-\alpha$ ($\lambda = 1,5406\text{ нм}$), используя ступенчатый режим с фиксированным временем 3 секунды и размером шага 0,021 в диапазоне $101-701-2\theta$. Фазовый состав и кристалличность синтетических продуктов характеризовались рентгеновской дифрактометрией.

Уравнение:

$$2d\sin\theta = n\lambda.$$

где d – расстояние между плоскостями кристаллов; n – количество рядов отражения; θ – угол падения; λ — длина волны рентгеновских лучей. Уравнение Брэгга является фундаментальной основой рентгеноструктурного анализа.

2.2.2 Морфология и микроструктура КТП

Морфологию и микроструктуру полученного продукта исследовали

методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Сканирующий электронный микроскоп (Regulus 8100)

2.3 Испытание электрохимических свойств

2.3.1 Заряд и разряд постоянного тока (GDC)

Заряд и разряд постоянного тока – это операция зарядки или разрядки электрохимической системы с заданной фиксированной плотностью тока.

Профессиональное название хронопотенциометрии – «хронопотенциометрия», также называемая «вольтамперометрия постоянного тока», а английская аббревиатура в литературе – CP/CDG.

Результирующий спектр – это часто обсуждаемая диаграмма CP. Следует также отметить, что в литературе постепенно становится популярным говорить о диаграммах GCD, а не о диаграммах CP. Полное название НОД — гальваностатический заряд/разряд, то есть заряд и разряд постоянного тока.

В этом исследовании тестер заряда и разряда аккумулятора Shenzhen Xinwei (BTS-4000-5V6A) использовался для зарядки и разрядки аккумулятора постоянным током

Электрическое испытание, где диапазон испытаний составляет 0,1 ~ 3,3 В.

В процессе проверки срока службы батареи батарея сначала заряжается и разряжается с небольшим током или низкой скоростью увеличения для продвижения материала электрода

После активации батарея была протестирована на стабильность цикла при токе 1 А/г и увеличении 2 ° С. При определении характеристик теста на скорость заряда батареи батарея циклически доводится до стабильности при плотности тока 0,2 А/г,

Установив плотность тока, которая изменяется от малой к большой, регистрируется изменение удельной емкости заряда-разряда аккумулятора, и, наконец,

Вернемся к изменению первоначально установленной плотности тока по сравнению с удельной емкостью заряда-разряда аккумулятора.

Кроме того, с целью лучшего изучения влияния углеродного покрытия $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$ был рассчитан коэффициент переноса K^+ . Кроме того, коэффициент химической диффузии K^+ (D_{K^+}) может быть рассчитан по следующему уравнению:

$$D_{\text{K}^+} = \left(\frac{2RT}{\sqrt{2}n^2F^2\sigma_wAC} \right)^2 = \frac{2R^2T^2}{n^4F^4\sigma_w^2A^2C^2}$$

где R , T , A , F , n и C — газовая постоянная, абсолютная температура, площадь поверхности электрода, по Фарадею константа, количество электронов на молекулу при окислении

2.3.2 Стабильность цикла и испытание производительности

Циклическая производительность аккумулятора в основном измеряется тремя показателями: количеством циклов, емкостью первого разряда и зарезервированной емкостью. Поведение многократной зарядки и разрядки аккумулятора в течение многих раз называется циклическим зарядом и разрядом, а количество циклических зарядов и разрядов аккумулятора называется количеством циклов; Разрядная емкость аккумулятора относится к количеству энергии, которое аккумулятор может выдать после полной зарядки. Когда аккумулятор проходит первое испытание зарядом-разрядом, разрядная емкость, полученная аккумулятором, называется первой разрядной емкостью; Зарезервированная емкость относится к разрядной емкости, которую батарея все еще поддерживает после завершения определенного количества циклов зарядки и разрядки. Как правило, по прошествии не менее ста циклов полученные данные о производительности цикла являются убедительными. При одинаковом количестве циклов, чем больше отношение зарезервированной емкости к емкости первого разряда, тем лучше циклическая производительность аккумулятора.

Единицей измерения скорости заряда батареи является соотношение заряда/разряда (также называемое соотношением заряда/разряда), которое на английском языке обозначается как C. Независимо от того, заряжается ли он или разряжается, мерой скоростной производительности является C. При измерении производительности аккумулятора часто упоминается зарядка/разрядка со скоростью nC . n относится к количеству раз, когда зарядка/разрядка завершается за час, а обратное количество часов для завершения зарядки/разрядки.

В циклическом тесте используется система тестирования синей батареи (СТ3001А).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
150Б91	Ли Ханьюй

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Затраты на сырьё, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование, основную и дополнительную заработную платы исполнителей, отчисления на социальные нужды, накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1. Налоговый кодекс Российской Федерации 2. ФЗ №212 от 24.07.2009 в ред. от 19.12.2016

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и инновационного потенциала НТИ	Определение потенциальных потребителей результатов исследования, анализ конкурентных технических решений.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Планирование этапов разработки программы, определение трудоемкости.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности, формирование бюджета НТИ
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет уравнений эффективности НТИ. Расчет уравнений сравнительной эффективности НТИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Ли Ханьюй		

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы

«Влияние параметров искрового плазменного спекания на структурно-фазовое состояние керамических композитов на основе МАХ-фаз, полученных из прекерамической бумаги» заключается в экономическом планировании и оценке ресурсоэффективности создания материалов. Изготовление керамических композитов на основе МАХ –фазы методом искрового разряда является альтернативой стандартным методом его изготовления, поэтому необходимо сравнить необходимость данного метода по сравнению с остальными.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научных исследований:

- Провести SWOT – анализ для выявления сильных и слабых сторон проекта;
- Провести планирование научно – исследовательской работы;
- Определить бюджет научного проекта;
- Определить ресурсоэффективность проекта;

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Металл-ионные батареи имеют большой потенциал развития в качестве электрохимических накопителей энергии, а их потенциальными потребителями являются производство транспортных средств на новых источниках энергии и их применение в низкоскоростных электромобилях, крупномасштабных накопителях энергии и базовых станциях связи. Широко используется в силовых батареях, потребительских батареях, крупномасштабных накопителях энергии и других областях.

Для того, чтобы выявить группы потребителей, которые могут быть заинтересованы в результатах этих научных исследований, необходимо сегментировать рынок. Основные характеристики потребителей в сегменте: Местоположение – регионы, где развита тяжелая промышленность (автомобилестроение, машиностроение). Отношение к сервису – это готовность внедрять новые технологии в технический процесс. Принцип закупок – это компания, которая проводит централизованные услуги по закупкам.

Поскольку исследование, представленное в этой статье, является дальнейшим исследованием перспективного продукта, большинство организаций будут заинтересованы в результатах, независимо от того, где они находятся. Для того, чтобы выявить группы потребителей, которые могут быть заинтересованы в этих композитах, необходимо сегментировать рынок.

4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.2.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Продукция: Натриево-ионные батареи, в основном состоящие из ключевых компонентов, таких как положительные электродные материалы, отрицательные электродные материалы, электролиты и сепараторы.

Целевой рынок: компании-производители транспортных средств на новых источниках энергии и компании, производящие электронику. Необходимо провести детальный анализ конструкции, так как каждый вид конструкции имеет свои преимущества и недостатки.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, для этого были отобраны 2 конкурентные разработки. Расчет показателя конкурентоспособности производился по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot V_i, \quad (4.1)$$

где B_i – балл i -го показателя, V_i – вес показателя (в долях единицы).

Таблица 4.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _Ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Классы материалов для использования	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	5	3	1,25	1,25	0,75
3. Уровень шума работы установки	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
4. Качество изделий	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
5. Простота в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
6. Скорость создания изделий	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена изготавливаемой продукции	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3
Итого:	1	31	28	17	4,55	4,1	2,75

$$K_{\Phi} = 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,55$$

$$K_{K1} = 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 4,1$$

$$K_{K2} = 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2 = 2,75$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что вариант №1 является предпочтительным.

4.2.2 SWOT – анализ

Для оценивания актуальности проекта часто применяется методика SWOT – анализа, которая позволяет рассмотреть его перспективы, слабые и сильные стороны. SWOT – является аббревиатурой, которая раскрывает аспекты данного вида анализа, а именно:

- Сильные стороны (Strengths) - преимущества проекта
- Слабости (Weaknesses) - недостатки проекта
- Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества проекту на рынке
- Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить положение проекта на рынке

Основная задача данного типа анализа систематизировать все данные об имеющемся проекте и на основе наглядно представленной информации принимать решения о дальнейшем развитии проекта, а в нашем случае научного исследования

Таблица 4.2 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно - исследовательского проекта С1 Возможность изготовления высокотехнологичного композита с необходимыми свойствами С2 Использование нового метода изготовления композита снижает количество пор в материале С3 Экологически безопасное производство С4 Высокие технологические свойства материала С5 Применение для создания деталей сложных геометрических форм	Слабые стороны научно – исследовательского проекта Сл1. Высокие требования к исходным материалам для изготовления Сл2. Необходимость изготовления большого количества оборудования для промышленных нужд Сл3. Требования к расчету параметров для получения необходимых свойств
Возможности В1 Высокая потребность современных отраслей промышленности в новых материалах В2 Улучшение плотности самого композита В3 Возможность изготовления деталей, которые ранее изготавливались «классическими» методами и замена этих методов		
В4 Увеличение количества производимого композита и сокращение затрат на производство В5 Добавление возможных примесей для получения новых свойств		

Угрозы У1 Наличие других исследовательских групп, занимающимися схожими разработками У2 Возможность сокращения бюджета исследования, за счет отданного предпочтения «классическим» проверенным методам.		
---	--	--

По завершению первого этапа SWOT – анализа были обозначены и сформулированы четыре необходимых области. Второй этап заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Анализ несоответствий поможет привести необходимые корректировки в научно – исследовательский проект

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица сильных сторон с учетом возможностей

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	-	-	+	+
	B3	+	-	-	+	+
	B4	+	-	-	-	-
	B5	+	-	-	+	-

При проведении анализа таблицы учета сильных сторон и возможностей, можно выделить следующие коррелирующие комбинации: B1C1C2C3C4C5, B2C1C3C4C5, B3C1C4C5, B4C1, B5C1C4C5. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица слабых сторон с учетом возможностей

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	+
	B2	+	-	+
	B3	-	+	-
	B4	-	-	-
	B5	-	-	-

При проведении анализа таблицы учета слабых сторон и возможностей, можно выделить следующие коррелирующие комбинации: B1Сл1Сл2Сл3, B2Сл1Сл3, B3Сл2.

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица сильных сторон с учетом угроз

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	+	-	-
	У2	+	-	-	-	-

При проведении анализа таблицы учета «сильных сторон проекта с учетом угроз», выявлены следующие комбинации: У1С1, У1С3, У2С1.

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица слабых сторон с учетом угроз

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	-
	У2	+	+	-

При реализации 3 этапа в результате рассмотрения 4 матриц составляется окончательная матрица SWOT – анализа.

Таблица 4.7 – Итоговая матрица SWOT - анализа

	Сильные стороны научно - исследовательского проекта C1 Возможность изготовления высокотехнологичного композита с необходимыми свойствами C2 Использование нового метода изготовления композита снижает количество пор в материале C3 Экологически безопасное производство C4 Высокие технологические свойства материала C5 Применение для создания деталей сложных геометрических форм	Слабые стороны научно – исследовательского проекта Сл1. Высокие требования к исходным материалам для изготовления Сл2. Необходимость изготовления большего количества оборудования для промышленных нужд Сл3. Требования к расчету параметров для получения необходимых свойств
Возможности V1 Высокая потребность современных отраслей промышленности в новых материалах V2 Улучшение плотности самого композита V3 Возможность изготовления деталей, которые Ранее изготавливались «классическими» методами и замена этих методов V4 Увеличение количества производимого композита и сокращение затрат на производство V5 Добавление возможных примесей для получения новых свойств	V1C1C2C3C4C5 – современные производства нуждаются в создание новых, более совершенных композитов. К данным композитам также предъявляется ряд серьезных требований, которые согласуются с сильными сторонами проекта. V2C4C4 – увеличение плотности позитивно сказывается на параметрах материала при применении в механических конструкциях V3C1C5 – данная возможность появляется благодаря лучшим свойствам материала, что позволяет занять область рынка, которая раньше принадлежала другим методам. V4C1 – для достижения свойств материала, полученного методом искрового разряда, другим производствам требуется затратить большее количество ресурсов. V5C1C4 – возможности исходного композита открывают широкую область возможных модификаций.	V1Cл1Cл2Cл3 - к композиционным материалам предъявляются высокие требования. Однако из – за новизны метода требуется создание производственной базы для создания больших партий композита. V2Cл1Cл3 – подобные возможности открываются только при условии закрепления исходного композитного материала на рынке. V3Cл2 – Нежелание или невозможность переоснащения может помешать выпуску нового композита.

Угрозы У1 Наличие других исследовательских групп, занимающимися схожими разработками У2 Отдайте предпочтение «классическим» проверенным методам, сократите бюджет исследований	У1С1С3 – наличие конкурирующих научных групп, занимающимися схожей тематикой создает угрозы того, что будет создан композит со свойствами лучшим, чем у данного У2С1 – угроза непринятия нового метода за счет длительного существования старого, консервативного подхода к производству	У1Сл1Сл2 – подобные исследования требуют постоянного финансирования на ранних этапах У2Сл1Сл2 – Совершенствование данного метода перед консервативными
--	---	---

В результате рассмотрения матрицы SWOT – анализа можно сделать вывод, что основные угрозы проекту следует ожидать со стороны внешнего вида. Он имеет ряд преимуществ, связанных с физическими свойствами заданного композита, что позволяет ему занять место на рынке по сравнению с другими. Однако новое производство требует нового дорогостоящего оборудования для его производства, что и является основной трудностью его реализации.

4.3 Планирование научно-технического исследования

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведено распределение исполнителей по видам работ. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществлялось в следующем порядке:

- разработка задания;
- теоретические исследования;
- составление порядка эксперимента, выбор технических режимов;
- изготовление исследуемых образцов;
- изготовление подготовка исследуемых образцов к исследованиям;
- экспериментальные исследования;
- оценка результатов экспериментов;
- оформление отчёта по ВКР;

- подготовка к защите ВКР.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Распределение исполнителей и этапы выполняемых работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер
	3	Проведение патентных исследований	Руководитель, инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Руководитель, инженер
	7	Составление порядка эксперимента, выбор технических режимов	Руководитель, инженер, сотрудник-техник
	8	Изготовление исследуемых образцов	Инженер
	9	Подготовка исследуемых образцов к проведению экспериментов	Инженер
	10	Проведение экспериментов	Руководитель, инженер, сотрудник-техник
	11	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями и подготовка к участию в конференции	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка эффективности полученных результатов и участие в конференции	Руководитель, лаборант
	13	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, лаборант

Данная таблица отображает вклад каждого участника исследовательской работы. Наибольшая часть работы приходится на инженера.

4.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

С целью определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используем следующую формулу:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (4.2)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения работы, чел.дн.; $t_{\min}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения работы, чел.дн.; $t_{\max}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения работы, чел.-дн. Оценка трудоёмкости выполнения научного исследования для научного руководителя:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot 43 + 2 \cdot 91}{5} = 62.2 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Трудоёмкость выполнения научного исследования для сотрудника – техника:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 18}{5} = 10.8 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Трудоёмкость выполнения научного исследования для лаборанта:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot 61 + 2 \cdot 129}{5} = 88.2 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Далее определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

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

где $T_{дi}$ – продолжительность одного этапа работы, раб.дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность

исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Произведем длительно работ в рабочих днях. Расчёт продолжительности работы выполнения научного исследования для научного руководителя:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{д} = \frac{62.2 \text{ чел.-дн.}}{1} \cdot 1 = 62.2 \text{ раб.дни}$$

Продолжительность работы выполнения научного исследования для сотрудника-техника:

$$T_{РД} = \frac{10.8 \text{ чел.-дн.}}{1} \cdot 1 = 10.8 \text{ раб.дни}$$

Продолжительность работы выполнения научного исследования для лаборанта:

$$T_{РД} = \frac{88.2 \text{ чел.-дн.}}{1} \cdot 1 = 88.2 \text{ раб.дни}$$

Ленточный график проведения научных работ изображается в форме диаграммы Ганта. Для построения диаграммы необходимо перевести рабочие дни в календарные дни, для чего воспользуемся следующим соотношением:

$$T_{кд} = T_{РД} \cdot T_{к}, \quad (4.4)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях; $T_{к}$ – коэффициент календарности, определяющийся выражением 4.4.

$$T_{к} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4.5)$$

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

Рассчитаем коэффициент календарности по формуле 4.4:

$$T_{к} = \frac{365}{365 - 66} = 1.22$$

Построим таблицу по результатам расчётов, в которой укажем трудоёмкости работ, название работы, а также укажем длительность работ в рабочих и календарных днях, таблица 4.9.

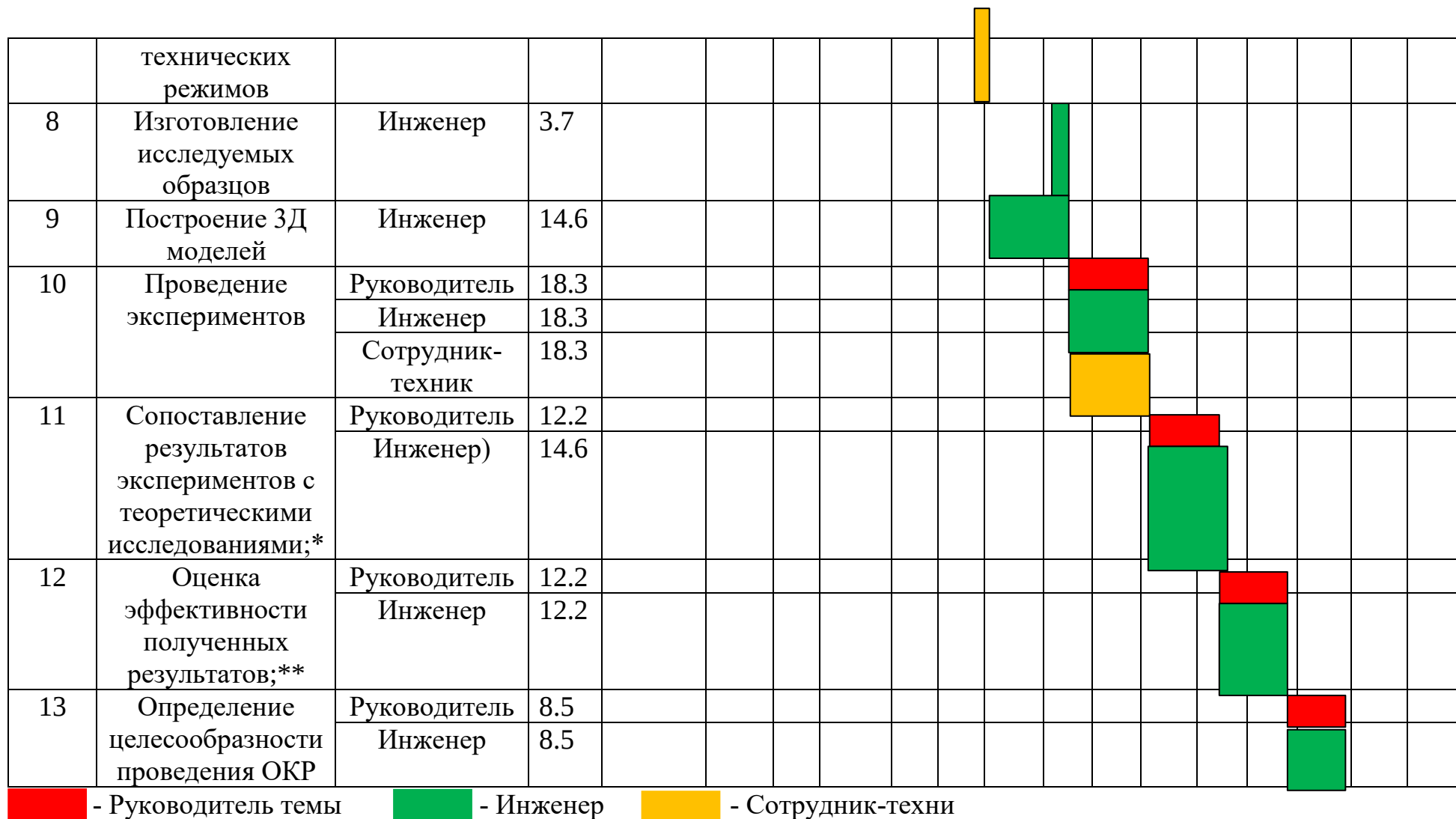
Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Длит. работ в раб. дни Т _{РД}			Длит. работ в кален. дни Т _{КД}		
	t _{min} , чел.-дн			t _{max} , чел.-дн			t _{ож} , чел.-дн								
	НР	СТ	ЛАБ	НР	СТ	ЛАБ	НР	СТ	ЛАБ	НР	СТ	ЛАБ	НР	СТ	ЛАБ
Составление и утверждение технического задания	2	-	-	4	-	-	2.8	-	-	2.8	-	-	3.4	-	-
Подбор и изучение материалов по теме	10	-	10	21	-	30	14.4	-	18	14.4	-	18	17.6	-	21.96
Проведение патентных исследований	5	-	7	8	-	15	6.2	-	10.2	6.2	-	10.2	7.6	-	12.4
Выбор направления исследований	3	-	5	4	-	7	3.4	-	5.8	3.4	-	5.8	4.2	-	7.1
Календарное планирование работ по теме	2	-	3	3	-	4	2.4	-	3.4	2.4	-	3.4	2.9	-	4.2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	-	7	6	-	10	4.8	-	8.2	4.8	-	8.2	5.9	-	10
Составление порядка эксперимента, выбор технических режимов	1	1	2	3	3	4	1.8	1.8	2.8	1.8	1.8	2.8	2.2	2.2	3.4
Изготовление исследуемых образцов	-	-	2	-	-	3	-	-	2.4	-	-	2.4	-	-	2.9
Подготовка образцов к проведению экспериментов	-	-	7	-	-	12	-	-	9	-	-	9	-	-	11
Проведение экспериментов	5	5	5	15	15	15	9	9	9	9	9	9	11	11	11
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями; подготовка к конференции*	5	-	7	10	-	12	7	-	9	7	-	9	8.5	-	11
Оценка эффективности полученных результатов; участие в конференции**	3	-	3	10	-	10	5.8	-	5.8	5.8	-	5.8	7.1	-	7.1
Определение целесообразности проведения ОКР	3	-	3	7	-	7	4.6	-	4.6	4.6	-	4.6	5.6	-	5.6
Итог	43	6	61	91	18	129	62.2	10.8	88.2	62.2	10.8	88.2	75.9	13.2	107.6

На основе таблицы 4.9 построим календарный план-график. График построим для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования. Отметим области в зависимости от исполнителей, ответственных за конкретную работу, таблица 4.10.

Таблица 4.10 – Календарный план-график (график Ганта) проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				январь	февраль			март			апрель			май			июнь	
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	4.88															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель	25.6															
		Инженер	36.6															
3	Проведение патентных исследований	Руководитель	9.8															
		Инженер	18.3															
4	Выбор направления исследований	Руководитель	4.9															
		Инженер	8.5															
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	3.7															
		Инженер	4.9															
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Руководитель	7.3															
		Инженер	12.2															
7	Составление порядка эксперимента, выбор	Руководитель	3.7															
		Инженер	4.9															
		Сотрудник-техник	3.7															



Таким образом, в ходе данного этапа работы были определены длительности и обозначены сроки выполнения всех запланированных видов работ. Была построена диаграмма Ганта, наглядно демонстрирующая этапы выполнения проекта участниками.

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

4.4 Бюджет научного исследования

4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе составлен полный бюджет научных исследований. Расходы научных исследований состоят из материальных затрат, расходов на специальные оборудования, основной и дополнительной заработной платы, социальные отчисления и накладные расходы.

В статью расходов входят затраты на приобретение материалов, комплектующих изделий, необходимых для выполнения работ по данному научному исследованию. В таблице 4.11 приведены расходы по данной статье.

Таблица 4.11 – Сырье, материалы, комплектующие изделия

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Al порошок	кг	1	2165	2165
Fe порошок	кг	1	1445	1445
Канцелярские товары	шт.			1900
Спирт	500 мл	2	400	800
шлифовальный инструмент	Число	1	670	670
Халат	М	1	750	750
Набор лабораторных инструментов	Малый	1	1300	1300
пробоотборная трубка	2ml	200	400	400
Всего за материалы				9430

Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)	377.2
Итого по статье	9807.2

Согласно полученным данным, порошковое сырье имеет максимум.

4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В рамках выполнения исследования использовалось имеющееся в собственности XRD, оборудование SEM, и закупка дополнительного специального оборудования не производилась. В таком случае затраты на специальное оборудование отсутствуют. Однако в ходе эксплуатации оборудования средства были затрачены в соответствии с амортизационными отчислениями. Расчет амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов.

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.6)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет

Амортизация:

$$A_M = \sum \frac{I \cdot H_A}{12}$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; – время использования, мес. M

Таблица 4.12 – Амортизационные расходы

№	Наименование оборудования	Ст-ть, руб.	Срок полезного исп., лет	H_A , %	Время исп., мес.	Амортизационные расходы, руб
2	DX-2700B XRD	8897550	7	14	1	103805
3	ZHF-500Электродуговая печь для получения фуллеренов	1186340	10	10	2	19772

4	HTACHB Regulus8100 SEM & BRUKER QUANTAX 200 EDS	593170000	10	10	0,1	494308
Итого:						617885

4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

Основная заработная плата работников вычисляется по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (4.7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $З_{осн}$).

Основная заработная плата одного работника:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (4.8)$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывалась по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (4.9)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot k_p \quad (4.10)$$

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

В таблице 4.13 представлен годовой баланс рабочего времени для 6-дневной рабочей недели, в таблице 4.14 представлен расчет основной заработной платы.

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб/мес	Среднедневная ставка, руб/раб. день	Затраты времени, раб. дни	Фонд, з/платы, руб
Научный руководитель	39000	1695.65	62.2	133864.5
Сотрудник-техник	17000	938.12	10.8	10131.72
Инженер	17000	938.12	88.2	82742.4
Итого				226738.62

По данным таблицы 4.14 получены данные по затратам на заработную плату сотрудников за весь период ВКР.

4.4.4 Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (4.11)$$

где, $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0.12-0.15).

Дополнительная заработная плата руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 17402.38 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата сотрудника-техника:

$$Z_{\text{доп}} = 1317.12 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера:

$$Z_{\text{доп}} = 10756.51 \text{ руб.}$$

Суммарная дополнительная заработная плата равна 29475.96 рубль.

4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Данные расходы включают обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Ставка отчислений во внебюджетные фонды для учреждений, осуществляющих научную и образовательную деятельность, на 2021 год составляет 30% (ПФ – 22%, ФФОМС – 5.1%, ФСС – 2.9%)

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$Z_{внеб.} = k_{внеб} \cdot Z_{осн.} = 226738.62 \cdot 0.3 \approx 68021.58 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды ($k_{внеб} = 0,3$).

4.4.6 Расчет затрат на электроэнергию

Потребляемая мощность анализатора составляет 7 кВт/час. Длительность еженедельной работы на комплексной технологической установке составляет 2 часа. Стоимость электроэнергии в Томске составляет 5.748 рубля за 1 кВт/час. Стоимость электропотребления за 5 месяцев рассчитывается по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot \Pi_{\mathcal{E}} \cdot t_{об}, \quad (4.13)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт; $\Pi_{\mathcal{E}}$ – тариф на 1 кВт·час; $t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 12.

Таблица 4.15 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об.}$, руб.
Персональный компьютер	646	0.3	1113,96
Комплексная технологическая установка	50	20	5350
Итого			6463,96

4.4.7 Расчет затрат на научные и производственные командировки и накладные расходы

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов, а также организационных взносов на конференции. Расчеты по данному пункту представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Расчеты на научные и производственные командировки

Наименование мероприятия	Оплата, руб
Конференция «Перспективы развития фундаментальных наук XVIII)	1500
Итого: 1500 руб.	

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = k_{нр} \cdot (З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \quad (5.14)$$

$$З_{накл} = 0.16 * (226738.62 + 68021.58 + 29475.96) = 51877.78 \text{ руб}$$

где k – коэффициент, учитывающий накладные расходы ($k = 0,16$).

4.4.8 Формирование бюджета затрат НТИ

Расчет бюджета затрат в результате проведения НТИ представлен в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Бюджет затрат

Наименование статьи	Сумма, руб
Материальные затраты	9807.2
Амортизация	617885
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	226738.62
Затраты по доп. заработной плате исполнителей темы	29475.96
Отчисления во внебюджетные фонды	68021.58
Затраты на электроэнергию	6463.96
Затраты на научные производственные командировки	1500
Накладные расходы	51877.78
Бюджет затрат	1011770.1

4.5 Ресурсоэффективность

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трёх вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчёта, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{ФИНР}}^{\text{ИСП}i} = \frac{\Phi_{Pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.15)$$

где Φ_{Pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.16)$$

В таблице 4.17 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта. Данный проект сравнивается с методикой качественного анализа материалов, заложенной в программе как базовая.

Таблица 4.18 – Сравнительная оценка характеристик

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Данный проект	Базовая методика качественного анализа материалов
Способствует росту производительности труда	0.25	5	5
Соответствует требованиям потребителей	0.15	4	4
Энергосбережение	0.2	4	3
Надежность	0.2	4	4
Материалоемкость	0.2	5	4
Интегральный показатель ресурсоэффективности		4.45	4.25

Характеристики имеют схожие критерии, так как методики реализованы для одного прибора. Каждая из представленных методик реализована для определённой задачи.

Пример расчёта интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_p = 0.25 \cdot 5 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 + 0.2 \cdot 4 + 0.2 \cdot 5 = 4.45$$

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

$$I_{исп} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}}, \quad (4.17)$$

Сравнительная эффективность проекта определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{д.п.}}{I_{исп}}, \quad (4.18)$$

В таблице 4.19 представлена сравнительная эффективность данного проекта с базовой методикой качественного анализа материалов.

Таблица 4.19 – Сравнительная эффективность

Показатели	Данный проект	Базовая методика качественного анализа материалов
Интегральный финансовый показатель	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4.45	4.25
Интегральный показатель эффективности	4.45	4.25
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.05	0.95

Анализируя данные таблицы 4.19, разработанная методика эффективнее стандартной. Традиционная оценка экономической эффективности полученных результатов невозможны, т.к. они носят чисто научный характер.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» был выполнен анализ конкурентоспособности. Проведён SWOT-анализ проекта, в ходе которого были выявлены потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Из анализа выяснили, что потенциальных сильных сторон у проекта больше, чем слабостей, что свидетельствует о перспективности исследования. Сильными сторонами можно назвать то, что технология является экономичной, энергоэффективной и экологичной, имеет маленький срок готовых результатов при проведении научного исследования и имеет квалифицированный персонал. К слабым сторонам можно отнести отсутствие прототипа научной разработки, Недостаток финансовых средств, большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования.

При планировании научно-исследовательской работы был произведен подсчет бюджета исследования по материальным затратам (9807 руб.), затратам на специальное оборудование для научной работы (617885 руб.), затратам по основной заработной плате исполнителей тем (226738 руб.), затратам по дополнительной заработной плате (29475), затратам на научные и производственные командировки (1500 руб.), отчислениям во внебюджетные фонды (68022), затратам на электроэнергию (6464 руб.) и накладным расходам (51878 руб.). Всего бюджет составил 1011770 руб.

Проведена оценка результатов ресурсоэффективности, которая составила 4,45 из 5, что говорит о хорошей эффективности реализации технического проекта.

Проведение такого рода оценки коммерческой ценности необходимо, чтобы оценить состояние и перспективы проводимых научных исследований.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
150Б91	Ли Ханьюй

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

Тема ВКР:

Синтез и исследование свойств KTi2(P04)3	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования: металл-ионный аккумулятор</i> <i>Область применения: автомобилестроение, энергетика и т.д.</i> <i>Рабочая зона: Цилинский университет, КНР</i> <i>Размеры помещения: 4*7 квадратный метр</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: Вакуумно-атмосферная трубчатая печь, камерная печь, сканирующий электронный микроскоп, рентгеновский дифрактометр</i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Настраивайте КТП, изготавливайте аккумуляторы, измеряйте электрохимические свойства.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Специальные: должностная инструкция работника. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019). ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979). ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
2. Производственная безопасность при эксплуатации: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	<i>Вредные производственные факторы: шум на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны.</i> <i>Опасные производственные факторы: электрический ток.</i> <i>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: противошумные наушники, вентиляция, кондиционирование воздуха, перчатки, респираторы.</i>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<i>Воздействие на селитебную зону: отсутствует.</i> <i>Воздействие на литосферу: твердые отходы, использованный материал универсального индикатора pH.</i> <i>Воздействие на гидросферу: отсутствует</i> <i>Воздействие на атмосферу: отсутствует.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<i>Возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения: авария, взрыв, загрязнение атмосферы отравляющими веществами.</i> <i>Наиболее типичная ЧС: пожар в помещении.</i>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б91	Ли Ханьюй		

ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Введение

Натриевые батареи подвержены несчастным случаям, таким как возгорание, взрыв, утечка и перегрев под влиянием зарядки и разрядки, транспортировки на большие расстояния и механического столкновения. В сочетании с несчастными случаями, связанными с безопасностью литиевых батарей, обобщаются индуцирующие факторы несчастных случаев с натриевыми батареями, и эти факторы классифицируются и суммируются по четырем измерениям: люди, вещи, управление и окружающая среда, а также получена модель риска несчастных случаев с натриевыми батареями, а также отсортированы индуцирующие факторы несчастных случаев с литиевыми батареями. Наконец, с точки зрения управления безопасностью натриевых батарей предлагаются пять контрмер по снижению человеческого фактора, снижению материальных факторов, улучшению возможностей реагирования на общественную безопасность, повышению уровня информатизации и построению организационной модели совместного управления регулирующими ведомствами, чтобы предоставить научные предложения по предотвращению несчастных случаев с батареями для предприятий, пользователей и государственных ведомств, связанных с литиевыми батареями [17-19].

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Необходимо пересмотреть действующие строительные нормы и нормы противопожарной защиты, модернизировать противопожарное оборудование в местах общего пользования, таких как густонаселенные районы, зоны общественного транспорта, зоны культурного и спортивного досуга, а также принудить конфигурацию водяных огнетушителей и севоторпропановых

огнетушителей к эффективному реагированию на пожары, вызванные авариями с натриевыми батареями.

Кроме того, безопасность натриевых батарей – это системная инженерия, и должны быть сформулированы эффективные меры защиты, охватывающие весь жизненный цикл батареи. Рекомендуется с двух сторон: внутреннее улучшение и внешняя защита. Внутреннее улучшение находится на уровне дизайна продукта, конструкция батареи в начале рассмотрения водонепроницаемости, огнестойкости, предотвращения столкновений, защиты от утечки высокого напряжения и других факторов, повышения порога безопасности и надежности, производственный процесс также должен обращать внимание на качество обработки и контроль безопасности, повысить безопасность всего жизненного цикла батареи. На ранней стадии необходимо обращать внимание на программные и аппаратные сбои и непредвиденные ситуации, которые могут возникнуть в процессе и производстве; В среднесрочной перспективе особое внимание следует уделять случайным сбоям, таким как расширение ячейки, старение низковольтных соединений или низковольтных жгутов. На более позднем этапе необходимо усилить послепродажное обслуживание, предупреждение о безопасности и утилизацию продукции. Внешняя защита в основном представляет собой модернизацию и улучшение системы, добавление конструкции раннего предупреждения о безопасности батареи и сбор данных с каждого звена литиевой батареи на основе различных датчиков

Согласно определенной операционной цифровой модели, собранные данные находятся в режиме онлайн

Проанализируйте и определите вероятность теплового разгона натриевых батарей, чтобы автоматически запускать устройства реагирования безопасности и эксплуатационные сигналы тревоги.

5.3 Производственная безопасность

В таблице 5.1 представлены возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте.

Таблица 5.1 - Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ГОСТ 12.0.003-74
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	
Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	
Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*, ГОСТ Р 55710-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы и др.
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	
Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты	

Пожар является наиболее распространенной формой аварии с натриевой батареей, а непосредственной причиной аварии с пожаром в натриевой батарее является тепловой разгон батареи. С одной стороны, тепловой разгон вызван дефектами внутри самого элемента, такими как дисбаланс напряжения ячейки, старение внутренней проводки батареи или

возникновение дендритного явления в элементе, приводящего к короткому замыканию. Видно, что система управления батареями, конструкция внутренней структуры, качество ячеек, управление процессами и т. д. Самого аккумуляторного блока очень важны для безопасности аккумулятора. С другой стороны, выделение тепла, выделяемого внешними воздействиями, также может привести к несчастным случаям с тепловым разгоном.

5.4 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Инциденты, связанные с общественной безопасностью, имеют такие характеристики, как сложность, и если обычный инцидент общественной безопасности не обрабатывается должным образом, это может вызвать огромный «волновой эффект». Инциденты, связанные с общественной безопасностью, вызванные литиевыми батареями, также приведут к жертвам, загрязнению окружающей среды, материальным потерям и другим последствиям. В соответствии с текущей моделью несчастные случаи с литиевыми батареями обрабатываются несколькими отделами, что не только снижает эффективность аварии, но и увеличивает риск бездействия и случайных действий.

Поэтому все регулирующие ведомства должны сотрудничать друг с другом, чтобы сформировать систему ответственности с четкими нормативными границами и четким разделением труда. Во-первых, преобразовать существующую модель вертикального управления в матричную модель управления и построить организационную модель совместного использования и комплексного управления, которая проходит через весь процесс проектирования, производства, использования и переработки литиевых батарей. Во-вторых, снизить уровень управления правительством, сократить маршрут работы по управлению литиевыми батареями и изменить явление многоголовых правоохранительных органов. В-третьих, мобилизовать силы всех слоев общества, в полной мере проявить

основную роль простых граждан и сообществ, активно пропагандировать знания и навыки, связанные с литиевыми батареями, и по-настоящему реализовать управление «от горизонтали до края».

5.5 Экологическая безопасность

Как разместить лабораторное оборудование – одна из сложностей при проектировании лаборатории. Размещение оборудования может показаться обычным, но на самом деле необходимо учитывать множество факторов: прибор должен работать безопасно и хорошо и быть должным образом защищен; свести к минимуму воздействие на него операционной среды; Лучше не иметь влияния между инструментами и оборудованием; Он может быть легко использован экспериментаторами и т. Д. Это все вопросы, на которые нужно обращать внимание при размещении приборов и оборудования. Разумное расположение экспериментальных приборов и оборудования требует от проектировщиков не только понимания особых требований экологической безопасности, водоснабжения и электроснабжения, выбросов отработанных жидкостей и отходящих газов и т.д., но и обладания достаточно богатыми профессиональными знаниями в области инженерного проектирования и управления строительством.

В процессе проектирования и сборки батареи факторы влажности оказывают большое влияние на внутреннюю часть батареи и даже определяют, может ли конструкция батареи быть успешной, поэтому требуется строго контролировать индекс влажности: влажность достигает температуры точки росы -40°C , и воздух также чистый.

Проект распределения электроэнергии лаборатории разрабатывается и завершается в соответствии с конкретными требованиями к экспериментальным приборам и оборудованию, спецификой использования экспериментального персонала и другими факторами, которые отличаются от обычных зданий. Многие приборы требуют электростатического заземления

и защиты от отключения питания для цепей. Например, для оборудования для зарядки и разрядки аккумуляторов требуется как источник питания 380 В, так и блок питания 220 В.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В настоящее время отделы, ответственные за надзор за натриевыми батареями, включают промышленность и информатизацию, управление чрезвычайными ситуациями, органы общественной безопасности, пожарно-спасательные и другие отделы, общая модель заключается в том, что в отрасли есть правила, промышленность и информационные технологии для содействия производству, надзор за безопасностью при надзоре, общественная безопасность при мониторинге, противопожарная защита при обработке, то есть производители натриевых батарей в соответствии с национальными и отраслевыми стандартами для организации производства, отделы промышленности и информационных технологий для обеспечения технической поддержки, отделы управления чрезвычайными ситуациями, ответственные за надзор за безопасностью, пожарно-спасательные отделы для борьбы с пожарами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведен исследование влияния метода синтеза на свойства $\text{KTi}_2(\text{PO}_4)_3$. Экспериментально определено, что $50 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ начальная разрядная емкость КТП, синтезированного твердофазным методом, составляет $147,1 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, в то время как соответствующая зарядная емкость составляет $60,0 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, а его кулоновский КПД составляет $40,79 \%$. Емкость заряда и разряда во втором цикле составила $69,8 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ и $66,3 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ соответственно, значение кулоновского КПД составило $94,99 \%$, а после третьего цикла кулоновский КПД увеличился примерно до 100% .

Экспериментально определено, что при $50 \text{ мА} \cdot \text{г}^{-1}$ начальная разрядная емкость КТП, синтезированного золь-гель методом, составляет $76,7 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, соответствующая зарядная емкость составляет $30,9 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, а его кулоновский КПД составляет $40,29 \%$. Емкость заряда-разряда второго цикла составила $37,1 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ и $32,8 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, значение кулоновского КПД составило $88,41 \%$, емкости заряда-разряда третьего цикла составило $36,9 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ и $34,6 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, а кулоновский КПД составил $93,77 \%$.

Установлено, что при достижении тока $50 \text{ мА} \cdot \text{г}^{-1}$ начальная емкость КТП, синтезированного твердофазным методом, достигает $70 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$, но при 100-недельном цикле его емкость составляет всего $52 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$, а скорость поддержания емкости составляет всего $74,29 \%$. Первоначальная емкость электрода КТП, синтезированного золь-гель методом, составила $40 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}$, а обратимая удельная емкость увеличилась до $93 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot \text{г}^{-1}$ после 100 циклов. Показано, что электродный материал КТП, приготовленный золь-гель методом, постепенно активизируется.

В результате исследования установлено, что электрод, приготовленный золь-гель методом, по электрохимическим свойствам значительно лучше, чем электрод, приготовленный твердофазным методом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Xu Wanfen. Chinese crystal treasures - KTP crystals // Journal of Synthetic Crystals. – 2022. – (11). – P. 1994-1995.
- [2] Tong S. Preparation and electrochemical performance of potassium titanium phosphate [D]. University of Chemical Technology, 2022. DOI:10.26939/d.cnki.gbhgu.2022.001570.
- [3] Greim P., Solomon A. A., Breyer C. Assessment of lithium criticality in the global energy transition and addressing policy gaps in transportation // Nature communications. – 2020. – Т. 11. – №. 1. – P. 4570.
- [4] Liu Y., Holze R. Metal-Ion Batteries // Encyclopedia. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – P. 1611-1623.
- [5] LI Xusheng. Preparation and sodium storage performance of carbon anode materials for sodium-ion batteries. China University of Mining and Technology, 2021. – DOI:10.27623/d.cnki.gzkyu.2021.003190.
- [6] Махонина Е. В., Первов В. С., Дубасова В. С. Оксидные материалы положительного электрода литий-ионных аккумуляторов // Успехи химии. – 2004. – Т. 73. – №. 10. – С. 1075-1087.
- [7] Delmas C. Sodium and sodium-ion batteries: 50 years of research // Advanced Energy Materials. – 2018. – Т. 8. – №. 17. – С. 1703137.
- [8] Гусева Е. С., Попова С. С., Францев Р. К. Перспективные композиционные материалы для катодов литий-ионных аккумуляторов на основе модифицированных фуллеренами и фторид-ионами оксидов переходных металлов и РЗЭ // Электрохимическая энергетика. – 2018. – Т. 18. – №. 4. – С. 161-191.
- [9] Tarascon J.-M. Na-Ion versus Li-Ion Batteries: Complementarity Rather than Competitiveness // Batteries & Supercaps. – 2022. – Т. 4. – №. 8. – С. 1616-20.
- [10] Shao T., Liu C., Deng W., Li C., Wang, X., Xue M., Li R. Recent research on strategies to improve ion conduction in alkali metal-ion batteries // Batteries & Supercaps. – 2019. – Т. 2. – №. 5. – С. 403-427.

- [11] Luo P., Zheng C., He J., Tu X., Sun W., Pan H., Huang K. Structural engineering in graphite-based metal-ion batteries //Advanced Functional Materials. – 2022. – Т. 32. – №. 9. – С. 2107277.
- [12] Sheng J., Peng C., Xu Y., Lyu H., Xu X., An Q., Mai L. KTi₂ (PO₄)₃ with Large Ion Diffusion Channel for High-Efficiency Sodium Storage //Advanced Energy Materials. – 2017. – Т. 7. – №. 17. – P. 1700247.
- [13] Wei Z., Wang D., Li M., Gao Y., Wang C., Chen G., Du F. Fabrication of hierarchical potassium titanium phosphate spheroids: a host material for sodium-ion and potassium-ion storage //Advanced Energy Materials. – 2018. – Т. 8. – №. 27. – P. 1801102.
- [14] Zhang Y., Ma C., He W., Zhang C., Zhou L., Wang G., Wei W. MXene and MXene-based materials for lithium-sulfur batteries //Progress in Natural Science: Materials International. – 2021. – Т. 31. – №. 4. – С. 501-513.
- [15] Золь-гель метод получения наноматериалов" URL: https://studentopedia.ru/matematika_himiya_fizika/zol-gel-metod-polucheniya-nanomaterialov---zol-gel-process.html (Дата обращения 21.03.2023).
- [16] Огурцова А. В. Твердофазный синтез сульфида цинка //Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №. 5-1 (36). – С. 43-45.
- [17] ГОСТ 12.1.045-84. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. Издательство стандартов. – Москва.- 1984. 106.
- [18] ГОСТ 12.2.085-2002 «Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности».
- [19] ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.