

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Кижнера Н.М.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**


Тема работы
<b>Разработка состава силикатной эмали для черных металлов</b>

УДК 666.293.51:669.1

Студент


Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г7А	Абдузакиров Рустем Абдуразакович		

Руководитель ВКР

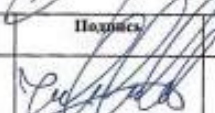
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Казьмина Ольга Викторовна	Д.т.н., профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	К.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рева Инна Борисовна	К.т.н., доцент		

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Кижнера Н.М.

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ревва И.Б.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме: **Бакалаврская работа**

Студенту:

Группа	ФИО
4Г7А	Абдузакиров Рустем Абдуразакович

Тема работы:

<b>Разработка состава силикатной эмали для черных металлов</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.01.2021, №28-12/с

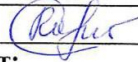
Срок сдачи студентом выполненной работы: \_\_\_\_\_

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**


Исходные данные к работе	Данные литературного обзора
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	
Перечень графического материала	Презентация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Литературный обзор; Методы исследования; Экспериментальный анализ	Казьмина О.В.
Финансовый менеджмент	Черемискина М.С.
Социальная ответственность	Маланина В.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы	19.01.21
---	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Казьмина О.В.	д.т.н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г7А	Абдузакиров Рустем Абдуразакович		

Планируемые результаты освоения ООП  
Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
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 реализовывать 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
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность использовать знания о современной физической картине мира,

	пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владение пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных

	задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта

ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
<b>Профессиональные компетенции университета</b>	
ДПК(У)-1	Способность планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
Отделение школы (НОЦ) НОЦ Кижнера Н.М.  
Уровень образования – бакалавр  
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:


Бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.06.18	Основная часть	60
07.05.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
16.05.18	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учебная степень	Подпись	Дата
Профессор НОЦ Кижнера	Казьмина О.В.	д.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учебная степень	Подпись	Дата
Доцент	Рева И.Б.	к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа представлена на 66 страницах, содержит 10 рисунков, 28 таблиц, использовано 20 источников литературы.

**Ключевые слова:** силикатная эмаль, растекаемость, покрытие, линейный коэффициент термического расширения.

**Объект исследования** – промышленная силикатная эмаль марки МК-5.

**Предмет исследования** – исследование свойств промышленной силикатной эмали и повышение ее химической стойкости.

**Цель работы** – повышение химической стойкости промышленной силикатной эмали.

Решенные задачи для достижения поставленной цели:

1. Исследование физико-химических свойств промышленной силикатной эмали и эмалевого покрытия, полученного на чугунае.
2. Корректировка состава шихты для получения химически стойкой эмали.
3. Определение свойств эмалевого покрытия, полученного из фритты нового состава.

**Область применения:** полученный состав эмали рекомендован для покрытия чугунных изделий.



## Определения, обозначения и сокращения

**Эмаль силикатная (фритта)** - стекловидный продукт, полученный в процессе гранулирования сплавленной шихты, содержащей в основе оксиды кремния, бора, натрия, алюминия и так далее.

**Растекаемость** - характеристика вязкостных свойств эмали в интервале температуры обжигота.

**Эмалевое покрытие** - оплавленный слой эмалевого шликера после сушки и обжига.

**Линейный коэффициент термического расширения** - отношение изменения линейного размера образца к заданному интервалу изменения температуры, вызвавшему это увеличение.

## Оглавление

Введение .....	12
1 Литературный обзор.....	13
1.1 Применение и свойства эмалей.....	13
1.2 Составы эмалей для покрытия изделий из стали .....	14
1.3 Технология производства эмалевого покрытия .....	15
2 Объекты и методы исследования.....	17
2.1 Характеристика фритты.....	17
2.2 Методы исследования .....	18
2.2.1 Дилатометрический анализ .....	18
2.2.2 Электронно-микроскопический анализ .....	19
2.2.3 Определение химической стойкости эмали.....	20
2.2.4 Проверка стойкости эмалевого покрытия к истиранию.....	21
2.2.5 Определение растекаемости эмали.....	21
2.2.6 Определение блеска покрытий .....	22
3 Экспериментальная часть.....	24
3.1 Особенности эмалирования чугунных изделий .....	24
3.2 Определение свойств фритты .....	25
3.3 Получение эмалированных образцов и определение свойств покрытия.....	28
3.4 Выводы по работе.....	30
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	32
Введение .....	32
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	33
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	33
4.1.2 SWOT-анализ .....	34
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	38
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	38
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	39

4.3 Бюджет научно-технического исследования.....	43
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	43
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	44
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	45
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	46
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	47
4.3.6 Накладные расходы.....	47
4.3.7 Бюджетная стоимость НИР.....	48
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	49
Выводы по разделу.....	52
5 Социальная ответственность.....	54
Введение.....	54
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, особенности законодательного регулирования проектных решений.....	55
5.2 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	56
5.3 Производственная безопасность.....	58
5.4 Экологическая безопасность.....	62
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	63
5.6 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в процессе проведения исследований.....	63
5.7 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	63
Выводы по разделу.....	64
Заключение.....	65
Список использованной литературы.....	66

## Введение

Эмалирование металлов – широко распространенный способ защиты металлических изделий от коррозии и придания определенных эксплуатационных, декоративных свойств. Силикатные эмали представляет собой легкоплавкое стекло (фритта), которое наносят на металлические изделия и обжигают при температуре от 500 до 900 °С в зависимости от состава. Данный вид покрытия удачно сочетает функциональные и декоративные свойства. Основное функциональное назначение эмали – защита металла от коррозии, от разрушения различными реагентами, от образования окалины при нагревании. Декоративные свойства включают блеск, цвет, гладкость и заглаженность эмалевого покрытия. В настоящее время эмалевые покрытия активно используются для нанесения их на металлические изделия, для придачи им различных свойств.

При разработке эмали с заданными характеристиками необходимо учитывать комплекс факторов, включая химические и технологические аспекты. На эксплуатационные свойства покрытия влияет содержание оксидов, входящих в состав эмали, их соотношение, дополнительно введенные добавки, а также температурный режим варки фритты и процесса обжига эмали при нанесении на металл.

Целью данной дипломной работы является повышение класса химической стойкости промышленной силикатной эмали, соответствующей по основным физико-химическим характеристикам, эмалям, предназначенным для нанесения на чугунные изделия.

# 1 Литературный обзор

## 1.1 Применение и свойства эмалей

В зависимости от своего назначения эмали подразделяются на две группы: технические и художественные. Техническими эмалями покрывают изделия из чугуна, стали и других металлов, главным образом, с целью защиты от коррозии [1].

Художественные или ювелирные эмали служат для украшения изделий из золота, серебра и меди. К ним относятся так же и специальные эмали, применяемые для украшения эмалированных изделий из черных металлов.

Технические эмали так же делятся на две подгруппы: хозяйственные и кислотоупорные. К хозяйственным относят эмали, которые наносят на посуду, ванны, умывальники, раковины и другие. Кислотоупорными эмалями, в свою очередь, покрывают чугунную и стальную аппаратуру для химической и пищевой промышленности.

Технические эмали можно разделить в зависимости от вида металлов, на которые они наносятся: для чугуна и стали. С учетом того, что эмалированные изделия отличаются размерами, формой и предъявляемыми к ним требованиями, можно выделить общие условия, которым должен удовлетворять эмалевый слой на всех изделиях, независимо от их формы и назначения [1,2]:

- иметь прочное соединение с металлом;
- иметь высокую термостойкость;
- быть гладким и легко очищаться;
- не иметь трещин и пор, быть плотным;
- не разрушаться от действия растворов и газов;
- не содержать соединений, портящий цвет.

Область применения эмалированных металлов все время расширяется. Это и жаропрочные эмалевые покрытия для защиты металла от высокотемпературного воздействия, например, для реактивных двигателей и других изделий. Это медицинское направление, где эмали применяют для

покрытия имплантатов и в качестве биологически активных материалов. Силикатной эмалью покрывают различную электротехническую и бытовую технику, посуду, панели, различные устройства, химические реакторы, трубопроводы для газов и различных жидкостей, стальную арматуру. С учетом широкой области применения и возможности управления свойствами эмали разработка новых составов остается актуальным вопросом.

## 1.2 Составы эмалей для покрытия изделий из стали

Согласно ГОСТ 24405–80 силикатные эмали классифицируют на:

- грунтовые (ЭСГ), предназначенные для нанесения непосредственно на стальную поверхность;
- покровные (ЭСП), предназначенные для нанесения на поверхность, покрытую грунтовой эмалью;
- бортовые (ЭСБ), предназначенные для нанесения на поверхность, покрытую грунтовой эмалью, с радиусом закругления менее 10мм.

Рассмотрим составы некоторых грунтовых и покровных эмалей для внутренней поверхности труб, а именно: ЭСГ-21, ЭСГ-36, ЭСП-117, ЭСП-125.

Массовая доля компонентов в эмалях представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля компонентов в эмалях

Марка эмали	Массовая доля компонентов, %						
	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
ЭСГ-21	38-43	19-22	-	Не более 2	4-7	4-8	-
ЭСГ-36	58-64	-	-	Не более 2	4-8	4-7	3
ЭСП-117	42-45	12-16	1-4	15-18	3-8	-	1-3
ЭСП-125	37-41	10-12	6-10	7-14	8-12	Не более 3	1-3
Марка эмали	Массовая доля компонентов, %						
	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	NiO	MnO <sub>2</sub>	F св. 100%
ЭСГ-21	19-25		Не более 6,5	0,4-0,6	0,5-3,0	Не более 3,0	Не более 3,5
ЭСГ-36	18-23		Не более 3	0,2-0,8	0,5-3,0	Не более 3,0	Не более 3
ЭСП-117	11-15	2-4	-	Не более 0,002	-	-	1-3,5
ЭСП-125	12-16	0,5-5,0	-	-	-	-	1-3,5

### 1.3 Технология производства эмалевого покрытия

Для изготовления фритты сырьевые материалы поступают на завод в виде кусков породы или в сыпучем состоянии с содержанием различных примесей и влаги. Для того чтобы сплавить эмаль, эти материалы нужно прежде всего превратить в сухой порошок [1].

В начале идет сушка песка, поскольку он часто содержит излишнее количество влаги и загрязнен органическими примесями. Далее пойдет процесс просеивания сырых материалов с целью отделения от всей сыпучей массы зерна требуемых размеров. Для изготовления эмалей на завод так же прибывают твердые горные породы, которым требуется дополнительная обработка. Они подвергаются грубому дроблению, затем тонкому размолу на бегунках или в шаровых мельницах. Полевые шпаты перед дроблением обычно пропускают через мойку и сушку. Далее идет ответственный процесс взвешивания сырых материалов, которое на большинстве заводов производится на весах грузоподъемностью  $0,5 \div 1$  т.

Следующий процесс смешивания шихты производится в смесителях, в эмалировочном производстве обычно применяют смесители периодического действия. После смешивания следует плавление шихты. Процесс плавления заключается во взаимодействии сырьевых материалов, составляющих шихту. Плавление эмалей производится в ваннах или во вращающихся печах. Готовность эмалей практически определяется следующими опытами [1,3,4]:

- проба на вытягивание нити;
- проба эмалевой пластиной;
- проба фенолфталеином;

После процесса плавления расплав резко охлаждают. В результате чего он растрескивается на мелкие кусочки, называемые гранулами, что позволяет ускорить процесс измельчения фритты. Размол фритты производится по сухому или мокрому способу, гранулы предварительно сушат непосредственно после грануляции. На рисунке 1 представлена технологическая схема получения эмалевого покрытия.

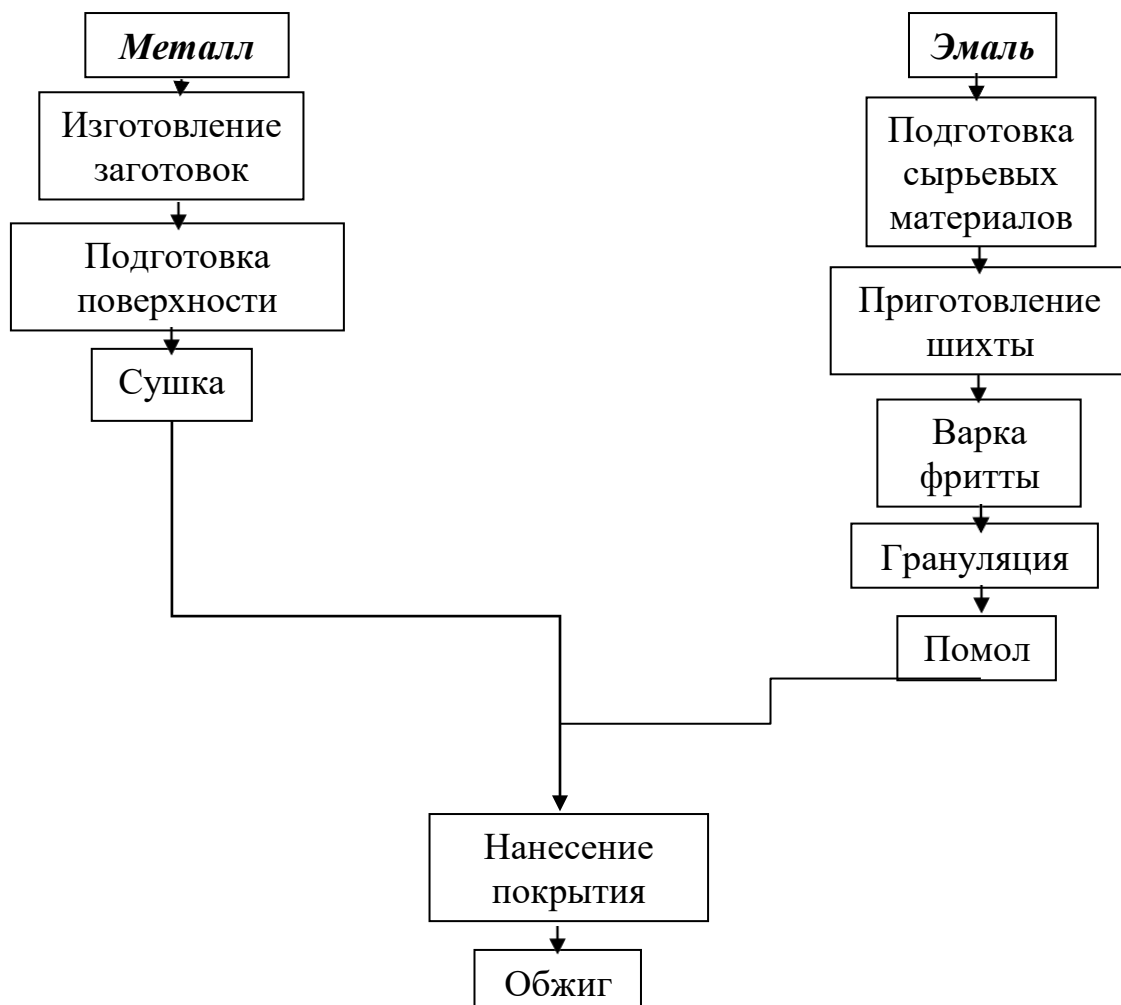


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса изготовления эмалевого покрытия [1,4]



## 2 Объекты и методы исследования

### 2.1 Характеристика фритты

Фритта – это стекловидный продукт, полученный путем плавления шихты. Была исследована промышленная фритта, химический состав которой приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав исследуемой фритты

Содержание компонентов	Норма, массовые доли, %
SiO <sub>2</sub>	50,0-60,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5-5,0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,0-15,0
Na <sub>2</sub> O	10,0-18,0
K <sub>2</sub> O	0,5-5,0
Li <sub>2</sub> O	2,0-5,0
CaO	1,0-7,0
MgO	0,1-1,0
TiO <sub>2</sub>	2,0-8,0
MnO <sub>2</sub>	0,5-5,0
NiO	0,3-2,0
CuO	0,2-1,5
CoO	0,2-1,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1-1,5
F (сверх 100 %)	0,5-4

При пересчете состава шихты были учтены проценты улетучивания следующих компонентов: криолит – 30 %, борная кислота – 15 %, сода – 3,2 %, селитра калиевая – 12 %, литий углекислый – 3,2 %.

Варку фритты проводили в электрической печи с силитовыми нагревателями в корундовых тиглях при температуре 1350 °С с выдержкой при максимальной температуре в 30 минут.

## 2.2 Методы исследования

### 2.2.1 Дилатометрический анализ

После покрытия изделия эмалью происходит его обжиг, в процессе которого происходит расширение изделия и эмали. Коэффициент термического линейного расширения – это приращение единицы длины тела при изменении температуры на один градус.

Для определения ТКЛР силикатных материалов используется дилатометрический анализ. Суть которого заключается в установлении изменения длины образцов при нагреве и последующем охлаждении при изотермической выдержке [5].

Дилатометр – прибор, измеряющий изменения размеров тела, вызванные воздействием температуры, давления, электрического и магнитного полей, ионизирующих излучений или каких-либо других факторов.

В работе использован горизонтальный цифровой дилатометр Dil 402 PC фирмы NETZSCH (рис. 2).

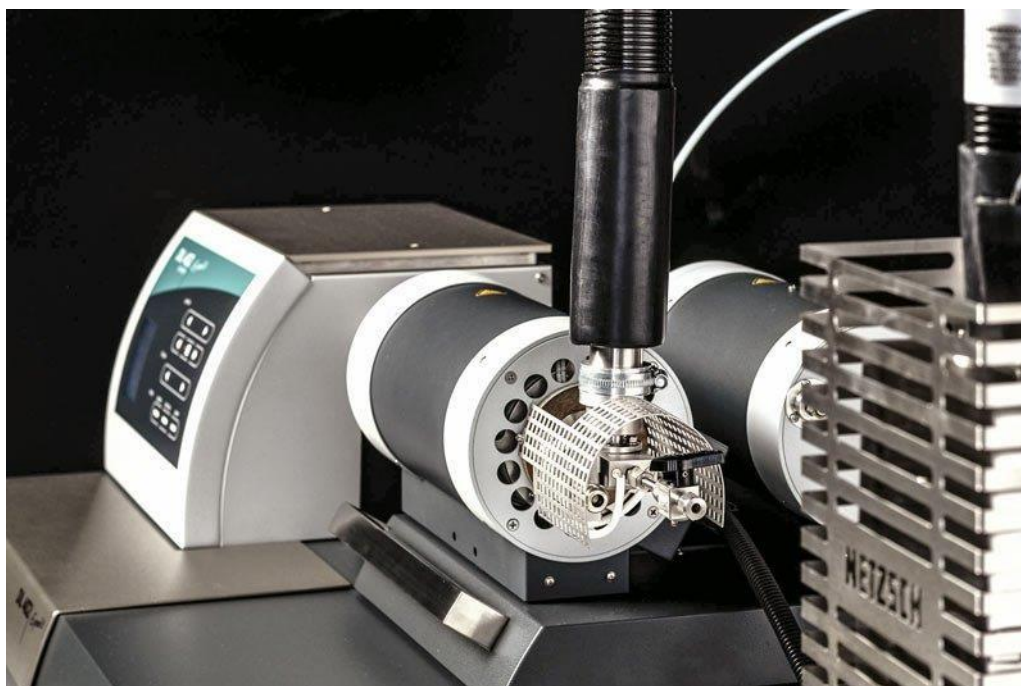


Рисунок 2 – Цифровой дилатометр Dil 402 PC

## 2.2.2 Электронно-микроскопический анализ

Электронный микроскоп позволяет увидеть структуру вещества на атомно-молекулярном уровне. Это связано с тем, что у электронного микроскопа высокая разрешающая способность. Есть два вида данных микроскопов: растровые и просвечивающие электронные микроскопы. Растровые позволяют изучать образцы в рассеянных объектом электронах, а просвечивающие в проходящих.

Электронно-микроскопический метод включает в себя просвечивающую, растровую электронную микроскопию, так же микродифракцию и электронно-зондовый анализ.

Работы по исследованию структуры образцов были проведены на сканирующем электронном микроскопе JSM-6000 (рис. 3).



Рисунок 3– Электронный микроскоп JSM – 6000

### 2.2.3 Определение химической стойкости эмали

Согласно ГОСТ 23695–2016 «Приборы санитарно-технические стальные эмалированные» для определения химической устойчивости эмалевого покрытия: на ровный горизонтальный участок эмалированной поверхности, очищенный спиртом или ацетоном, кладут фильтровальную бумагу, на которую с помощью капельницы наносят раствор уксусной кислоты в количестве и необходимом для полного смачивания бумаги и выдерживают в течение 20 мин на поверхности прибора. После этого фильтровальную бумагу удаляют, участок испытанной поверхности промывают проточной водой, протирают и тщательно высушивают. Затем на него карандашом наносят (без нажима) штриховку с просветом между линиями не более 1 мм. Штриховку удаляют чистой тканью без нажима. Испытание проводят при температуре окружающего воздуха не ниже 288 К (+15 °С). Эмалевое покрытие считают химически стойким по отношению к кислотам, если на нем не останется следов карандаша [6,7].

Так же, согласно ГОСТ 52569-2006 «Фритты. Технические условия» метод испытания фритт на химическую стойкость основывается на определении потери массы фритты после воздействия растворов кислот, солей и щелочей, которые имитируют условия эксплуатации изделий. Определение потери массы проходит на двух параллельных пробах фритты. Пробу фритты массой 100 г измельчают в ступке и просеивают. Фритту отмывают от пыли дистиллированной водой, затем спиртом или ацетоном, высушивают при температуре 105 °С – 120 °С до постоянной массы и охлаждают в эксикаторе.

Далее от приготовленной пробы берут навеску фритты массой 5 г. переносят в коническую стеклянную колбу емкостью 250 мл и приливают 100 мл 4%-го раствора уксусной кислоты или 10%-го раствора кальцинированной соды. Колбу соединяют с обратным холодильником и выдерживают на кипящей водяной бане в течение 1 ч. После окончания кипячения колбу охлаждают в ванне с холодной водой в течение 5 мин., раствор сливают. Навеску помещают на фильтр и промывают сначала дистиллированной водой, затем спиртом, высушивают до

постоянной массы при  $105 \div 120 \text{ }^\circ\text{C}$ , охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Химическую стойкость фритты  $X \%$ . вычисляют по формуле [6,8]:

$$X = ((m_2 - m_1) / m_2) \cdot 100$$

где  $m_2$  – масса навески до испытания, г. т,

$m_1$  – масса навески после испытания, г.

Окончательным результатом является среднеарифметическое значение двух параллельных определений.

#### 2.2.4 Проверка стойкости эмалевого покрытия к истиранию

На испытуемую поверхность прибора с площадью  $4 \text{ см}^2$  ровным слоем насыпают порошок, толщиной  $1.5 \div 2.0 \text{ мм}$ , накрывают тканью и устанавливают на неё груз. В качестве порошка используется полевой шпат, согласно ГОСТ 13451–77, который проходит сквозь сито с 320 отверстиями в  $1 \text{ см}^2$ . Затем груз без нажима перемещают 10 раз возвратно-поступательными движениями вместе с тканью. После этого груз снимают и удаляют порошок.

Эмалевое покрытие считают стойким к истиранию, если на его поверхности не будет царапин.

#### 2.2.5 Определение растекаемости эмали

Согласно ГОСТ 24405–80, растекаемость эмали вычисляют по значениям длины растекания испытуемой эмали и стандартного образца эмали с помощью подставки, представленной на рисунке 4.

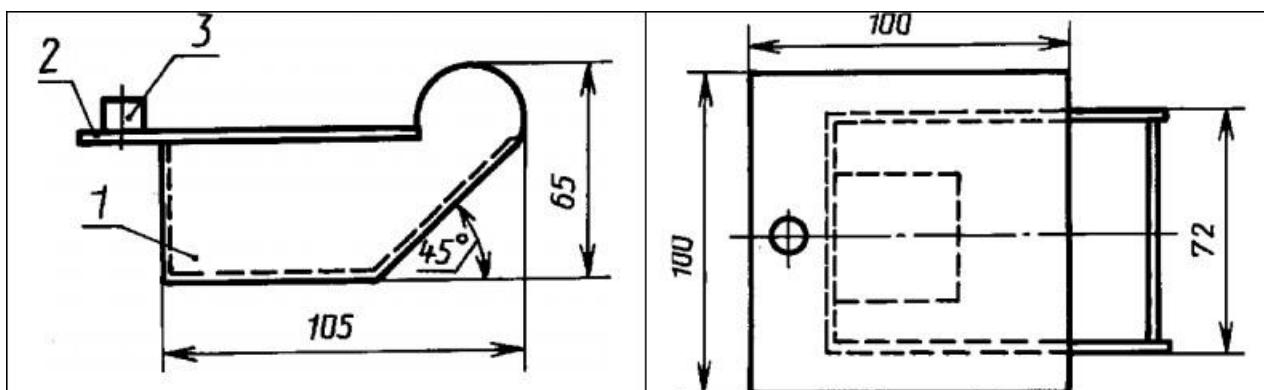


Рисунок 4 – Подставка для определения растекаемости эмали

1 – подставка; 2 – пластина; 3 – образец эмали

Для определения растекаемости эмали часть средней пробы измельчают и просеивают через сита с сетками № 02 и 01. Из фракции, оставшейся на сите № 01, берут навеску массой 2 грамма и добавляют с помощью капельницы 6 капель дистиллированной воды. Переносят содержимое в пресс-форму и спрессовывают в цилиндрический образец высотой 10 мм [6].

Один образец с испытуемой эмалью и один стандартный образец помещают на пластину для растекания, вносят её в предварительно нагретую до 900 °С печь и устанавливают в горизонтальное положение на подставку на 60 секунд, затем её устанавливают при помощи щипцов в наклонное положение под углом 45° и выдерживают в течении 120 секунд.

По истечении времени пластину извлекают из печи и измеряют длину растекания образцов. Растекаемость эмали в миллиметрах вычисляют по формуле:

$$L = \left( \frac{l_3}{l_{co}} \right) l_a,$$

Где  $l_3$  – длина растекания испытуемой эмали, мм;

$l_{co}$  – длина растекания стандартного образца эмали, мм;

$l_a$  – аттестованное значение длины растекания стандартного образца, мм.

### 2.2.6 Определение блеска покрытия

Сущность данного метода это определение блеска лакокрасочных покрытий в измерении величина фототока. Осуществляется измерение при помощи фотоэлектрического блескомера БФ-5 (рис.5). Степень блеска показывает коэффициент диффузного отражения, выражающийся в процентах, и приводится в сравнение с КДО образца.

Блескомер БФ-5 используется для того, чтобы измерить при углах освещения-наблюдения 45°/45° и коэффициента яркости при углах освещения-наблюдения 45°/0° [6].



Рисунок 5 – Блескомер БФ-5

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

Студенту:

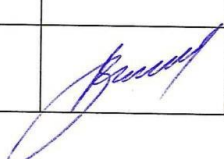
Группа	ФИО
4Г7А	Абдузакиров Рустем Абдуразакович

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	СВОЕ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология


<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
<b>Перечень графического материала</b>	
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 ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г7А	Абдузакиров Рустем Абдуразакович		



## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

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.

Цель данной ВКР – разработка технологии получения эмалированных систем и оценка качества полученного продукта в соответствии с эталонным образцом.

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

### 4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены конкурирующие разработки о покрытиях различного состава:

- 1) Эмалевое покрытие, разработанное предприятием завода
- 2) Эмалевое покрытие, разработанное на базе ТПУ.

В таблице 8 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 8 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Экспертная оценка				Конкурентноспособность			
		Б <sub>НР</sub>	Б <sub>К1</sub>	Б <sub>К2</sub>	Б <sub>К3</sub>	К <sub>НР</sub>	К <sub>К1</sub>	К <sub>К2</sub>	К <sub>К3</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Долговечность	0,074	4	1	2	3	0,296	0,074	0,148	0,222
2. Удобство в эксплуатации	0,085	5	4	4	4	0,425	0,765	0,765	0,68
3. Надежность	0,096	4	5	5	5	0,672	0,576	0,576	0,576
4. Экологичность	0,086	3	4	4	4	0,946	0,602	0,602	0,602
5. Температурный режим варки стекла	0,095	4	4	3	4	0,475	0,475	0,57	0,665
6. Режим эмалирования	0,081	5	4	4	4	0,405	0,648	0,729	0,567
7. Стоимость сырьевых материалов	0,097	4	3	3	3	0,388	0,582	0,582	0,582
8. Безопасность при использовании	0,099	5	4	4	3	1,485	0,792	0,792	0,99
9. Масса	0,052	4	3	3	3	0,728	0,52	0,468	0,416

Продолжение таблицы 1

Экономические критерии оценки эффективности									
1.Цена	0,103	2	3	3	3	1,236	1,336	1,236	1,133
2.Наличие сертификации разработки	0,088	3	3	3	4	0,088	1,408	1,408	1,408
3.Конкурентоспособность продукта	0,022	3	2	3	2	0,286	0,264	0,286	0,264
4.Финансирование научной разработки	0,007	3	4	3	3	0,063	0,077	0,077	0,091
5.Уровень проникновения на рынок	0,015	4	5	4	4	0,09	0,21	0,21	0,21
Итого	1	-	-	-	-	8,897	8,88	8,985	8,845

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 0,1 \cdot 3 = 0,3,$$

Где К – конкурентоспособность проекта;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

#### 4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Возможность расширения продукта в широких масштабах	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Безопасность при использовании	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Использование хорошей научно-исследовательской базы	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Надежная продукция	Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Финансирование проекта со стороны государства	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 10–13.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		<b>Сильные стороны проекта</b>				
<b>Возможности проекта</b>		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

<b>Слабые стороны проекта</b>						
<b>Возможности проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

<b>Сильные стороны проекта</b>						
<b>Угрозы проекта</b>		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

<b>Слабые стороны проекта</b>						
<b>Угрозы проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 14.

Таблица 14 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>С1. Возможность расширения на более широкие масштабы</p> <p>С2. Надежность продукции</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Безопасность при использовании</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения</p>
--	---	---

		брака.
<p><b>Возможности</b>  В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ  В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.  В3. Финансирование проекта государством  В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p><b>Направления развития</b>  В2С2С3. Появление потенциального спроса на новые разработки. Надежность продукции. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.  В3С2С4. Финансирование проекта. Надежность продукции. Экологичность технологии.  В4С1С2. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж. Возможность расширения на более широкие масштабы.  Надежность продукции.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>  В1Сл3Сл4Сл5.  Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>
<p><b>Угрозы</b>  У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.  У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.</p>	<p><b>Угрозы развития</b>  У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.  У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.</p>	<p><b>Уязвимости:</b>  У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения НИР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ожи}} = \frac{3t_{\text{мин}} + 2t_{\text{макс}}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ожи}}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{мин}}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{\text{р}}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{\text{р}} = \frac{t_{\text{ожи}}}{\mathcal{C}_i}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{р}}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

–  $t_{\text{ожи}}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$\mathcal{C}_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (3):

$$T_{\text{кал}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{коэф}}, \quad (3)$$



где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4)$$

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 16.

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{кал}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,6	-	2,6	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,6	3,2	2,4	4

Продолжение таблицы 9

3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,4	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,6	3,6	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,6	6,6	4,6	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 17).

Таблица 17 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	кал.дн.	Продолжительность работ												
				февр			март			апр			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4													
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4													

Продолжение таблицы 17

3	Обзор научной литературы	Исп2	11															
4	Выбор методов исследования	Исп2	6															
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7															
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9															
7	Проведение эксперимента	Исп2	25															
8	Обработка полученных данных	Исп2	18															
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5															
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13															

*Примечание:* – Исп. 1 (научный руководитель), – Исп. 2 (инженер)

### 4.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции. Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца, нанесенного с эмалированным покрытием. Результаты расчета затрат представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на получение образца, нанесенного с эмалированным покрытием

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
SiO <sub>2</sub>	кг	0,04	1091	43,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	кг	0,04	85	3,4
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	кг	0,01	300	3
Na <sub>2</sub> O	кг	0,02	150	3
K <sub>2</sub> O	кг	0,009	130	1,17
Li <sub>2</sub> O	кг	0,004	80	0,32
CaO	кг	0,008	150	1,2
MgO	кг	0,006	1000	6
TiO <sub>2</sub>	кг	0,002	4900	9,8
MnO <sub>2</sub>	кг	0,004	50	0,2
NiO	кг	0,003	1310	3,93
CuO	кг	0,002	100	0,2
CoO	кг	0,002	3000	6
F	кг	0,007	30000	210
Резиновые перчатки	пар	1	12	0,12
<b>Итого:</b>				<b>291,98</b>

### 4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (5)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot H}{12} \cdot m, \quad (6)$$

где  $H$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Таблица 19 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	$H_A$ , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	Муфельная печь КЭП30	1	10	1	0.1	61000	3050

Муфельная печь КЭП30 стоимость – 64050 руб.

### 4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{ср} \cdot T_p, \quad (7)$$

где  $Z_{ср}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн. (таблица 16).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{ср} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.} \quad (8)$$

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

– при отпуске в 28 раб. дня –  $M=11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней –  $M=10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{ср} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_M = Z_T \cdot (1 + k_n + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (10)$$

– для инженера:

$$Z_M = Z_T \cdot (1 + k_n + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.} \quad (11)$$

где  $Z_{\text{т}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{п}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 20 – Баланс рабочего времени исполнителей

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 21 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{т}}, \text{руб}$	$k_{\text{п}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{т}}, \text{руб}$	$Z_{\text{дп}}, \text{руб}$	$T_{\text{р}}, \text{раб.дн.}$	$Z_{\text{осн}}, \text{руб}$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	13,5	28988,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	19402,4
Итого:								148391

#### 4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{дп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{дп}} = 28988,6 \cdot 0,15 = 4348,3 \text{ руб.} \quad (12)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{дп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{дп}} = 19402,4 \cdot 0,15 = 2910,4 \text{ руб.} \quad (13)$$

где  $k_{\text{дп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{отч}} = k_{\text{отч}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дп}}) = 0,3 \cdot (28988,6 + 4348,4) = 10001,1 \text{ руб. (14)}$$

– для инженера:

$$Z_{\text{отч}} = k_{\text{отч}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дп}}) = 0,3 \cdot (19402,4 + 2910,4) = 6693,8 \text{ руб. (15)}$$

где  $k_{\text{отч}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

#### 4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т. д.

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{\text{нр}} = (\text{сумма статей 1-5}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (16)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.



#### 4.3.7 Бюджетная стоимость НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Разработка эмалевого покрытия для черных металлов» по форме, приведенной в таблице 16.

Таблица 22 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Стоимость бюджета
3050	291,98	48391	7258,7	16694,9	60661,51	9705,84	70367,35

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Просветляющие покрытия на основе CVD алмаза для германиевой ИК-оптики;
- 2) Композиционные материалы на основе ZrC-BN, структура и свойства.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{фин}}^{\text{раз}} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (17)$$

где  $I_{\text{фин}}^{\text{раз}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 293348,39$  руб,  $\Phi_{\text{исп.1}} = 299177,3$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 331019,2$ руб.

$$I_{\text{фин}}^{\text{раз}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{исп.2}}} = \frac{299177,3}{331019,2} = 0,91;$$

$$I_{\text{фин}}^{\text{раз}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{исп.2}}} = \frac{331019,2}{331019,2} = 1.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 23).

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

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

$$I_{mci} = \frac{I_{p-mci}}{I_{fmp}} \quad (19)$$

$$I_{mci1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,18, \quad I_{mci2} = \frac{3,8}{0,91} = 4,18, \quad I_{mci3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 24).

Таблица 24 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,90	0,91	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,18	4,18	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

## Выводы по разделу

В результате выполнения целей, поставленных в данном разделе, были сделаны нижеперечисленные выводы:

1. В результате анализа конкурентных технических решений был выбран вариант реализации НИР в сравнении с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 70367,35 руб;

4. В результате оценки эффективности ИР были сделаны следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,90.

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65.

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,18, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.