

Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология, профиль Химия и технология биологически активных веществ  
 Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Использование <math>\alpha</math>-дикетонов для модификации мочевины</b>

УДК 547.442.2:616.717.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ91	Головцова Анастасия Сергеевна		01.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Штрыкова В.В.	к.х.н., доцент		01.06.2021

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		31.05.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л.А.	-		01.06.2021

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 18.04.01 Химическая технология	Хлебников А.И.	д.х.н., профессор		01.06.2021

Планируемые результаты обучения  
по ООП 18.04.01 «Химическая технология» (магистр)  
профиль «Химия и технология биологически активных веществ»

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Общекультурные (универсальные) компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(-ых) языке(-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК(У)-3	Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки
ОПК(У)-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез
ОПК(У)-5	Готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности
<b>Профессиональные компетенции выпускников</b>	
ПК(У)-1	Способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей
ПК(У)-2	Готовность к поиску, обработке, анализу, систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик, средств решения задачи
ПК(У)-3	Способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты
ПК(У)-4	Готовность к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, к выбору оборудования и технологической оснастки
ПК(У)-5	Готовность к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов утилизации отходов производства, к исследованию причин брака в производстве и разработке предложений по его предупреждению и устранению
ПК(У)-6	Способность к оценке экономической эффективности технологических процессов, оценке инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий
ПК(У)-7	Способность оценивать эффективность новых технологий и внедрять их в производство
ДПК(У)-1	Готовность к разработке учебно-методической документации для реализации образовательных программ, проведения занятий и обучения персонала

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

Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология, профиль Химия и технология биологически активных веществ  
 Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП      18.04.01  
 Химическая технология  
 \_\_\_\_\_ Хлебников А.И.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

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

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
4ГМ91	Головцовой Анастасии Сергеевны

Тема работы:

Использование $\alpha$ -дикетонов для модификации мочевины	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2021 г. № 29-48/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>Объектом исследования являются производные мочевины. Структуры полученных соединений, доказаны с помощью ЯМР <sup>1</sup>H, также идентификацию полученных соединений проводили сопоставлением аналитических физико-химических характеристик образцов, синтезированных ранее. К вредным проявлениям факторов производственной среды относятся: повышенная температура поверхностей оборудования, статическое электричество, утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу. В ходе выполнения работы рекомендуется использовать средства индивидуальной защиты (халаты, перчатки,</i>
---------------------------------	--

	<p>респираторы). Возможны следующие воздействия на окружающую природную среду в процессе выполнения работы и направления утилизации отходов:</p> <p>загрязнение воздуха и водостоков химическими веществами. Утилизация химических отходов происходит на специализированном полигоне.</p>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обзор литературы по теме «Получение замещенных мочевины» (теоретическая часть)</li> <li>• Объект и методы исследования</li> <li>• Описание экспериментального исследования</li> <li>• Результаты проведенного исследования</li> <li>• Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение</li> <li>• Социальная ответственность</li> <li>• Выводы</li> </ul>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук И.В., доцент Отделения социально-гуманитарных наук, к.т.н.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А., старший преподаватель Отделения общетехнических дисциплин
Раздел на иностранном языке	Шайкина О.И., преподаватель Отделения иностранных языков
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<p>На русском языке: обзор литературы, объект и методы исследования, описание экспериментальной части, результаты проведенного исследования, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность, выводы.</p> <p>На иностранном языке: литературный обзор.</p>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.02.2021
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штрыкова В.В.	к.х.н., доцент		01.02.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ91	Головцова Анастасия Сергеевна		01.02.2021

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ГМ91	Головцовой Анастасии Сергеевне

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	18.04.01 Химическая технология

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

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

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

<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

**Перечень графического материала**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИП</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> <li>4. Бюджет НИ</li> <li>5. Основные показатели эффективности НИ</li> </ol>
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		08.02.21

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ91	Головцова Анастасия Сергеевна		08.02.21

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4ГМ91	Головцовой Анастасии Сергеевне

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	18.04.01 Химическая технология

Тема ВКР:

<b>Использование <math>\alpha</math>-дикетонатов для модификации мочевины</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объектом исследования является определение реакционной способности в реакциях <math>\alpha</math>-дикетонатов с производными мочевины с целью создания биологически активных веществ.</i></p> <p><i>Область применения: фармацевтическая промышленность, тонкий органический синтез.</i></p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021)</li> <li>– Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года «О специальной оценке условий труда» (с изменениями на 30 декабря 2020 года)</li> <li>– Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г «Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности» (с изменениями на 27 декабря 2018 года)</li> <li>– ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</li> <li>– ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная температура материальных объектов;</li> <li>– статическое электричество;</li> <li>– вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм.</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– возникновение пожара;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– утечка токсичных веществ;</li> <li>– поражение электрическим током.</li> </ul> <p>Мероприятия по снижению воздействия:</p> <p>соблюдение правил по пожаровзрывобезопасности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– соблюдение техники безопасности работы в химической лаборатории;</li> <li>– соблюдение правил по электробезопасности.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Атмосфера: выбросы паров;</p> <p>Гидросфера: сбросы в канализацию;</p> <p>Литосфера: загрязнение почвы химическими отходами.</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– возникновение короткого замыкания в электропроводке</li> <li>– пожар из-за нарушения правил хранения ЛВЖ и ГЖ.</li> </ul> <p>Наиболее типичная ЧС: возгорание в результате нарушения техники безопасности работы в химической лаборатории.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Лариса Александровна	-		22.02.21

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ГМ91	Головцова Анастасия Сергеевна		22.02.21

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 99 с., 18 рис., 21 табл., 62 источника, 3 прил.

Ключевые слова: замещенные мочевины, гидантоины, фенитоин, механизм реакции, бензил.

Объектом исследования являются замещенные мочевины.

Цель работы – исследование селективного образования циклического или линейного продукта в реакции бензила с N-алкил- или N-арилзамещенными мочевиными.

Проведены синтезы замещенных мочевины с бензилом в присутствии основания в среде ДМСО и этанола для определения возможности селективного образования линейных и циклических продуктов.

С целью исследования механизма взаимодействия фенилмочевины с бензилом в щелочной среде, впервые выделен промежуточный продукт данной реакции и доказана его структура методом ЯМР-спектроскопии.

Степень внедрения: лабораторная разработка.

Область применения: фармацевтическая промышленность, медицина, тонкий органический синтез.

Значимость работы – впервые проведена реакция бензила с бензгидрилмочевиными в щелочной среде, в результате получены N,N` -добензгидрилмочевины новым методом. Проведено исследование реакции бензила с бензилмочевиной и метилмочевиной в этаноле и ДМСО в щелочной среде, показавшее образование только циклических продуктов. Апробирована возможность использования микроволнового облучения в реакциях мочевины с бензилом, в результате время реакции сократилось в несколько раз.

## **Сокращения**

ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография

ДМСО – диметилсульфоксид

НИР – научно-исследовательская работа

ТСХ – тонкослойная хроматография

ЯМР – спектроскопия ядерного магнитного резонанса

## Оглавление

Введение .....	13
1. Методы синтеза замещенных мочевины .....	14
1.1. Взаимодействие аминосоединений с органическими изоцианатами.....	14
1.2. Взаимодействие аминов и алкилгалогенидов с цианатами щелочных металлов.....	15
1.3. Взаимодействие первичных и вторичных аминов с фосгеном .....	16
1.4. Взаимодействие аминов с мочевиной и нитромочевиной.....	17
1.5. Взаимодействие мочевины с различными соединениями .....	20
1.6. Карбонилирование аминов до замещенных мочевины .....	20
1.7. Синтез замещенных мочевины из амидов кислот (перегруппировка Гофмана).....	22
1.8. Области применения замещенных мочевины .....	23
2 Объект и методы исследования .....	28
3 Экспериментальная часть .....	29
4 Результаты проведенного исследования.....	31
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	37
Введение .....	37
5.1 Предпроектный анализ.....	38
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	38
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	39
5.1.3 SWOT-анализ.....	40
5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	43
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	43
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	44
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	45
5.3 Бюджет научно-технического исследования .....	47
5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	48
5.3.2 Расчет амортизации специального оборудования .....	48
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей .....	50
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	52

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	52
5.3.6 Накладные расходы .....	53
5.3.7 Бюджетная стоимость НИР.....	53
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	54
5.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности исследования ..	54
5.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности исследования .....	55
5.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки .....	56
Выводы по разделу.....	58
6 Социальная ответственность .....	59
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	59
6.2. Производственная безопасность.....	61
6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования .....	62
6.2.2 Отклонение от показателей микроклимата.....	63
6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	64
6.2.4 Расчет искусственного освещения.....	64
6.2.5 Повышенный уровень шума .....	67
6.2.6 Электробезопасность.....	68
6.2.7 Пожарная безопасность.....	69
6.3 Экологическая безопасность .....	70
6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .....	70
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	71
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	71
6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС.....	72
Выводы по разделу.....	74
Выводы .....	75
Список публикаций.....	76
Список использованных источников .....	77
Приложение А .....	84

Приложение Б.....	97
Приложение В .....	99

## Введение

К настоящему времени накоплен огромный фактический материал по методам синтеза, свойствам и применению замещенных мочевины.

Мочевина и ее производные широко применяются в органическом синтезе. Так реакцией алкилирования мочевины получают соответствующие линейные производные, которые могут обладать биологической активностью, например, препарат Галодиф – м-хлорбензгидрилмочевина. Другим направлением использования мочевины является синтез циклических гидантоинов, которые обладают широким спектром биологической активности.

Гидантоины, как класс соединений, известны еще с 19 века, но, не смотря на это, интерес к ним не утрачен и в 21 веке [4]. Поскольку они обладают биологической активностью. На основе гидантоинов разработан ряд лекарственных препаратов, один из которых является фенитоин, т.е. 5,5 – дифенилгидантоин.

Производные гидантоина обладают фармакологической и биологической активностью, являясь ингибиторами изоцитратдегидрогеназы и белка веретена кинезина, а также проявляют противовоспалительное, антифибротическое, антибактериальное, и противомаларийное действие.

В последнее время появился ряд работ [5] по исследованию реакционной способности мочевины в реакциях с бензилом, так как может дать бензгидрильный фармакофор в реакциях перегруппировки в щелочной среде. Данные исследования показывают что в реакциях с бензилом может образовываться не только циклический, но и линейный N,N'-дизамещенная мочевина. Также было интересно апробировать в реакциях с бензилом и другие замещенные мочевины.

Поэтому цель работы – исследование селективного образования циклического или линейного продукта в реакции бензила с N-алкил- или N-арилзамещенными мочевины.

## **1. Методы синтеза замещенных мочевины**

Мочевина и ее производные привлекают внимание из-за широкого спектра их применения в промышленности, машиностроении, сельском хозяйстве и медицины. Мочевины используются для синтеза энергетических материалов с различными формами такими, как нитрат мочевины, нитромочевины и динитромочевины. Также, производные мочевины применялись в качестве реагентов в различных химических превращениях, тем самым являясь ценными промежуточными продуктами в органическом синтезе. В настоящее время к мочевины проявляется повышенный интерес в качестве потенциальных катализаторов. Производные мочевины были использованы как эффективные катализаторы для химических превращений за счет участия NH-связей амидных атомов водорода в комплексообразовании с акцепторами протонов. Из-за кислого характера атомов водорода в мочевины, содержащих электроноакцепторные заместители, они образуют стабильные со кристаллы с различными акцепторами протонов, например, с карбонильными соединениями.

В настоящее время в литературе имеется большое количество сведений, посвящённых методам синтеза, свойствам и применению замещенных мочевины. Разработанные способы получения замещенных мочевины можно разделить на семь основных групп.

### **1.1. Взаимодействие аминсоединений с органическими изоцианатами**

В 1848 г. Вюрц впервые, действуя водой на метилизоцианат, получил симметричную диметилмочевину. В дальнейшем эти данные были подтверждены — разложением метил-, этил-, бутил-, изо-бутилизоцианатов водой получены соответствующие симметричные, диалкилмочевины. При этом промежуточно образуются соответствующие амины, которые далее реагируют со следующей молекулой изоцианата:

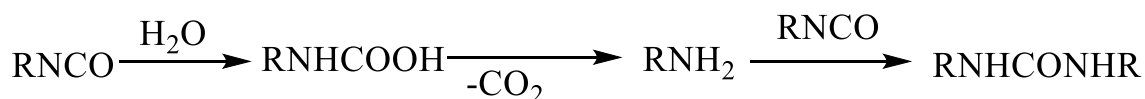


Рисунок 1 – Схема получение дизамещенных мочеви

Метод использован для получения замещенных ди(изоцианатофенил) мочеви взаимодействием 1-R-замещенных 2,4-фенилен-диизоцианатов с водой при мольном соотношении 2:1 и при использовании в качестве растворителя эфира. Взаимодействие органических изоцианатов с аминами, например, фенилизоцианата с метиланилином, этиланилином или дифениланилином приводит к замещенным мочевиам:

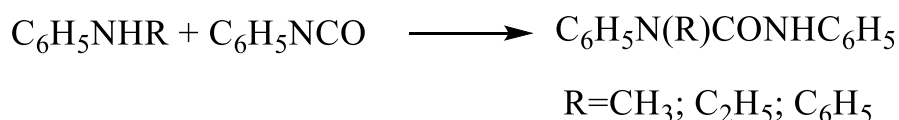


Рисунок 2 – Схема получения замещенных мочеви

В настоящее время взаимодействие органических изоцианатов с аминами является наиболее широко распространенным методом получения несимметричных мочеви. В эту реакцию могут вступать различные соединения, имеющие аминогруппу. Для получения производных мочеви, содержащих при одном из атомов азота гидроксил или метоксигруппу, широко используют реакцию алкилизоцианатов с гидроксилaminaми.

## 1.2. Взаимодействие аминов и алкилгалогенидов с цианатами щелочных металлов

Циановая кислота и цианаты щелочных металлов довольно часто используются для получения замещенных мочеви. Вюрц в 1851 г. впервые предложил получать алкилзамещенные мочевины, выпаривая досуха раствор сернокислой соли соответствующего амина с циановокислым калием.

В частности, было получено большое количество арилмочеви взаимодействием солянокислого ариламина с цианатом натрия при температуре 30° С в среде ледяной уксусной кислоты с последующим отделением их в виде нерастворимого в воде осадка.

Разновидностью цианатного метода синтеза замещенных мочевины является реакция алкилгалогенидов с цианатом в водном диметилформамиде (ДМФА), впервые описанная в работе [35]. Авторами было установлено, что состав продуктов реакции определяется главным образом наличием воды в реакционной смеси. Так, при использовании высушенных реагентов из бутил-бромида образуется лишь трибутилизоцианурат с выходом 84%, а в случае добавки воды (0,56 молей на моль бутилбромид) выход трибутилизоцианурата составил 7%, выход симметричной дибутилмочевины — 75% .

Изучено влияние строения исходного алкилгалогенида на выход замещенных мочевины. Установлено, что лучшие выходы целевого продукта достигаются при использовании первичных алкилгалогенидов с прямой цепью; третичные алкилгалогениды не вступают в реакцию. Так, например, неразветвленные алкилбромиды и алкилхлориды с цианатом калия при температуре 100—130° С в ДМФА в присутствии эквимолекулярного количества воды образуют N,N-диалкилмочевины с выходом 90-96%.

Авторы работы [38], действуя на алкилхлорид цианатом калия в ДМФА, содержащем 5% воды, при температуре 100° С получили помимо N,N-дизамещенных также и монозамещенные мочевины. При этом в качестве побочного продукта образуется 1,5-дизамещенный биурет и не наблюдается образование 1,3,5-тризамещенного изоцианурата.

### **1.3. Взаимодействие первичных и вторичных аминов с фосгеном**

Симметричные диалкил-, диарил- и алкиларилмочевины получают при фосгенировании соответствующих аминов. Известно несколько обзоров, посвященных изучению химии фосгена, в частности его взаимодействию с аминами [27, 35]. Впервые Гофманом при пропускании фосгена через насыщенный водный раствор анилина была получена дифенилмочевина.



Рисунок 3 – Схема получения дифенилмочевины

Реакция фосгена с анилином изучалась японскими исследователями [36], которые установили, что наряду с дифенилмочевинной образуются хлористоводородная соль анилина и хлорангидрид фенолкарбаминовой кислоты. С 1875 г. публикуются работы Михлера по фосгенированию первичных и вторичных аминов. Так, фосгенируя в лигроине дифениламин при слабом нагревании, он получил дифенилкарбаминоилхлорид  $(C_6H_5)_2NCOCI$ , который легко вступает в реакцию с исходным амином с образованием замещенной мочевины. Таким образом было установлено, что реакция амина с фосгеном протекает в две стадии, при этом выделяющийся хлористый водород связывается амином с образованием хлористоводородной соли амина:



Рисунок 4 – Схема получения дифурфурилмочевин

Действие бензольного раствора фосгена на водные растворы аминов в присутствии щелочи привело к диметил-, диэтил- и дифурфурилмочевинам с количественными выходами. В последующих работах было показано, что реакция с успехом протекает не только в водных растворах, но и в органических растворителях.

#### 1.4. Взаимодействие аминов с мочевиной и нитромочевинной

Сплавлением мочевины с хлористоводородными солями аминов при температуре около  $180^\circ C$  или кипячением в водном растворе получены замещенные мочевины с выходом 50—80%. Установлено, что мочевина диссоциирует на аммиак и изоциановую кислоту, которая при взаимодействии с первичным амином дает монозамещенную мочевины; последняя, отщепляя аммиак, превращается в изоцианат, который снова реагирует с амином, образуя дизамещенную мочевины:

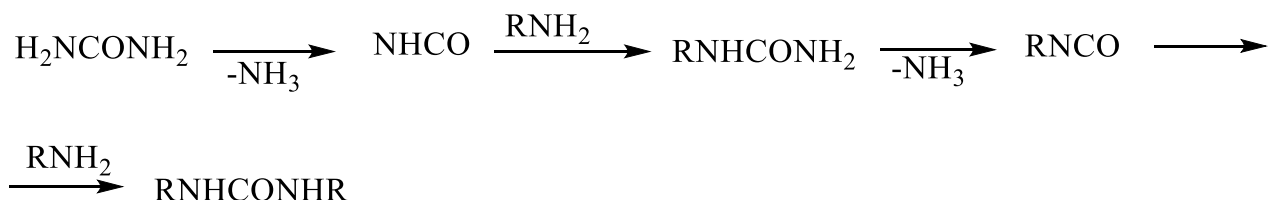


Рисунок 5 – Схема получения дизамещенных мочеви

Отмечается, что варьируя соотношения амин:мочевина можно получать преимущественно монозамещенные мочевины.

Нагреванием 1 части мочевины с 3 частями анилина при 150—170° С получена дифенилмочевина.

Изучение различных методов синтеза N,N'-диметилмочевины показало, что наибольший выход (80—90%) последней получается при взаимодействии метиламина с мочевиной.

Метод в дальнейшем нашел широкое применение для синтеза N-алкил (арил)- и N,N'-диалкил(диарил)мочевин. Некоторые авторы с целью увеличения выхода замещенных мочевины рекомендуют проводить реакцию между мочевиной и аминами в высококипящих растворителях — циклогексаноле, феноле, декалине или осуществлять взаимодействие исходной мочевины с водными растворами серноокислых или фосфорноокислых солей аминов. Иногда для получения N,N'-диалкилмочевин высокой чистоты реакцию между мочевиной и диметил- или диэтиламиноном проводят в водной среде при температуре 120—140° С под давлением.

Несимметричные мочевины получают переаминированием, например, при взаимодействии диарилмочевины с диметиламиноном.

Удобным методом синтеза замещенных мочевины является реакция аминов с нитромочевиной.

Нитромочевина, так же, как и мочевина, при нагревании расщепляется с образованием изоциановой кислоты и нитрамида:

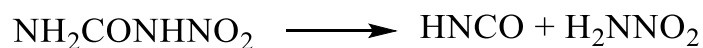


Рисунок 6 – Схема разложения нитромочевины

Поскольку нитрогруппа обладает электроноакцепторным характером, нитромочевина разлагается быстрее, чем мочевины. Взаимодействием первичных и вторичных аминов с нитромочевинной получены соответствующие замещенные мочевины с выходом 80—90%, что на 10—30% выше, чем в случае применения мочевины. Следует отметить, что нитрамид, разлагаясь в условиях синтеза на воду и закись азота, способствует сдвигу равновесия в сторону образования изоциановой кислоты, и в конечном итоге, в сторону образования замещенных мочевины. Взаимодействием эквимолекулярных количеств нитромочевины с моноалкил-, диалкил- и алкилариламинами в воде получены различные замещенные мочевины с выходами 75—95%.

Если реакцию аминов с нитромочевинной проводить не в воде, а в 95%-ном этаноле, то выходы замещенных мочевины повышаются на 20—40%. Метод особенно эффективен при ограниченной растворимости исходных аминов в воде.

По методу [28] получены N-замещенные мочевины общей формулы  $\text{C}_6\text{H}_5\text{ZCH}_2\text{NHCONH}_2$  (Z — циклопропилен, циклогексилен, циклопентилен) с выходом 30—50%. Взаимодействием пространственно-затрудненных аминифенолов с нитромочевинной получено большое количество замещенных мочевины.

Аналогично мочевины и нитромочевине взаимодействует с аминами и нитрозометилмочевина. С ее помощью получен ряд N-алкилмочевины с выходами 70—90%:

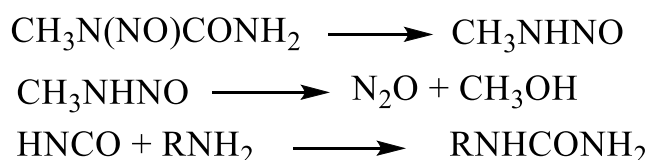


Рисунок 7 – Схема получения N-алкилмочевин из нитрозометилмочевин

### 1.5. Взаимодействие мочевины с различными соединениями

Представляют интерес методы получения N-алкил- и N,N-диалкилмочевин взаимодействием альдегидов и кетонов с мочевиной под давлением водорода на никелевом и кобальтовом катализаторах. Реакция осуществляется при температуре 60—150° С, причем при 60—100° С образуется преимущественно N-алкилмочевина, а при 100—150° С — N,N-диалкилмочевина. Так, из стеаринового альдегида была получена 4-октадецилмочевина с выходом 75%, а из метилэтилкетона — втор-бутилмочевина с выходом 77%. Моно- и диалкилмочевины с алкильным заместителем изостроения могут быть получены прямым алкилированием мочевины спиртами или олефинами.

Различные трет-алкилпроизводные мочевины были получены непосредственным алкилированием мочевины олефинами в присутствии концентрированной серной кислоты как катализатора. Изучение условий реакции показало, что наилучший выход продуктов алкилирования получается при температуре от 0 до —5° С, концентрации серной кислоты 96%, молярном соотношении мочевины, серной кислоты и олефина 1 : 2 : 4 и времени реакции 4—5 ч.

### 1.6. Карбонилирование аминов до замещенных мочеви

#### а) Каталитическое карбонилирование аминов

Замещенные мочевины могут быть получены на основе реакции каталитического карбонилирования аминов. В качестве катализаторов применяются переходные металлы, их соли и карбонилы. Реакцию проводят при температурах 150—280° С и давлении оксида углерода 100—300 ат.

Продуктами этой реакции являются N-формилпроизводные и замещенные мочевины. Этот метод имеет существенные преимущества перед осуществляемым в настоящее время в промышленности методом фосгенирования аминов, так как он позволяет избавиться от ядовитого компонента — фосгена и, кроме того, при карбонилировании аминов наряду с целевыми продуктами образуется не соляная кислота, как при фосгенировании, а водород и вода. Каталитическое карбонилирование аминов позволяет получить замещенные мочевины в одну стадию в мягких условиях.

Большой набор различных по своей природе химических веществ, испытанных в качестве катализаторов, свидетельствует о чисто эмпирическом подходе. Это связано с недостаточной изученностью процесса карбонилирования аминов.

#### б) Окислительное карбонилирование аминов

Интересным методом синтеза замещенных мочевины является окислительное карбонилирование аминов, которое протекает при восстановлении комплекса металла (переход двух электронов) или каталитически в присутствии дополнительного окислителя. Кроме комплексов металлов, реакция катализируется элементарными серой и селеном. Окислительное карбонилирование аминов осуществляется в мягких условиях, что представляет практический интерес. Замещенные мочевины были получены с высоким выходом по реакции:

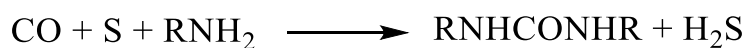


Рисунок 8 – Схема получения замещенных мочевины

Реакция ароматических аминов протекает в мягких условиях (100—160° С, 20—40 ат), алифатических — в более жестких условиях. Выход мочевины увеличивается при повышении температуры и при использовании растворителя — этилового спирта.

Изучено получение замещенных мочевины окислительным карбонилированием n-бутиламина и пиперидина в присутствии комплексов



Из амидов ароматических кислот и вторичных аминов в присутствии гипохлорита калия получены соответствующие N,N-диалкил-N'-арилмочевины с выходом 20—60%.

### 1.8. Области применения замещенных мочевины

Замещенные мочевины, являясь одним из наиболее важных классов химических соединений, нашли широкое применение в сельском хозяйстве в качестве регуляторов роста растений и пестицидов, особенно гербицидных препаратов. Этот вопрос достаточно широко освещен в литературе. Данные об эффективности мочевины как регуляторов роста растений и гербицидов обобщены и систематизированы в обзоре [27], где установлены и некоторые закономерности гербицидного действия замещенных мочевины в зависимости от их строения. Издан рекомендательный библиографический указатель по пестицидам и регуляторам роста растений [19].

Исследования в этой области интенсивно развиваются; систематически появляются новые сообщения об эффективности использования замещенных мочевины в качестве гербицидов и стимуляторов роста растений, а также фунгицидов, инсектицидов, бактерицидов и других пестицидов, перспективных для практического использования.

Еще одна область, в которой широко используются замещенные мочевины— производство физиологически активных веществ и лекарственных препаратов в основном успокаивающего и противосудорожного действия. Различные N-алкил-N'-аминофеноксипроизводные мочевины используются в лечении астмы и других заболеваний дыхательных путей, замещенные мочевины применяют в качестве компонентов лекарственных препаратов при лечении сердечных заболеваний.

Некоторые нитропроизводные замещенных мочевины обладают противораковыми и противолейкозными свойствами, гетарилкарбонилзамещенные мочевины растворяют желчные камни, а индолилзамещенные мочевины, амидномочевины, N-арил-N'-

имидазолиденмочевины, аминоэтилмочевины и пипериденилмочевины обладают гипотензивными свойствами.

Сульфонилмочевины и 1-амидино-3-фенилмочевины проявляют дерматологические свойства; последние могут использоваться также для снижения кровяного давления и для лечения повышенной кислотности и язвы желудка; для лечения желудочно-кишечных заболеваний могут использоваться также N-алкил-N'-диалкиламиноэтилмочевины и пиразинилмочевины; некоторые замещенные мочевины используются как средства для защиты кожи от ожогов.

Некоторые фенилмочевины способны ингибировать деструкцию соединительных тканей у теплокровных животных и у человека. Мочевины с азотсодержащими гетероциклами могут применяться в качестве регуляторов иммунных реакций, антигельминтных препаратов, гипогликемических веществ.

Замещенные мочевины обладают способностью образовывать комплексные соединения с ионами некоторых металлов, поэтому их используют в аналитической химии в качестве комплексообразователей. Некоторые производные мочевины (например, симметричная диэтилфенилмочевина под названием центрамит) —стабилизаторы бездымных порохов; 1,3-диалкилмочевины используются при синтезе подслащающих агентов и как заменители сахара.

Тетраметилмочевина используется в качестве растворителя в полярографии. Производные мочевины могут применяться также в качестве растворителей для хинона или гидрохинона при производстве перекиси водорода, в качестве растворителей и катализаторов хлорирования.

Замещенные мочевины могут служить исходными веществами для получения полимерных соединений, а также поверхностно-активных веществ.

Особое значение в последнее время приобретают замещенные мочевины как эффективные присадки к углеводородным топливам и маслам,

полимерным материалам. Замещенные мочевины были подробно исследованы как антиоксиданты автомобильных бензинов. Так, изучение различных производных п-оксифенилмочевины показало, что замещение водорода у атома азота на различные алифатические и ароматические радикалы приводит к появлению значительного антиокислительного эффекта, тогда как сама п-оксифенилмочевина практически не тормозит окислительные процессы в бензинах. Наибольшей эффективностью обладают N-алкил-N'-(п-оксифенил) мочевины, N-фенил-N'-(3-метил-4-оксифенил) мочевина, N-фенил-N-бутил-N'-(п-оксифенил) мочевина, применяемые в концентрации 0,06%.

Изучено влияние N-амил-N'-(п-оксифенил) мочевины и N,N'-диамилмочевины на термоокислительную стабильность реактивных топлив ТС-1 и Т-2. В отличие от действия на бензины в реактивных топливах исследуемые соединения оказались малоэффективными; в их присутствии снижение осадкообразования составило лишь 20—30% (концентрация присадки 0,05 масс.%).

Исследование влияния различных алкил- и алкиларилмочевин на термоокислительную стабильность прямогонных реактивных топлив типа Т-1 показало, что N-алкил- и N,N-диалкилмочевины наиболее эффективны и снижают осадкообразование в топливе на 80—90%. Было установлено, что замещенные мочевины, эффективно снижая образование осадков в топливе, практически не влияют на процесс поглощения кислорода; это свидетельствует, по-видимому, о том, что антиосадкообразующая функция исследованных соединений связана не с антиокислительным, а с диспергирующим характером их действия. Эффективными стабилизаторами для реактивных топлив являются соединения, сочетающие в одной молекуле фрагмент мочевины, обладающей диспергирующим действием, и фрагмент типичного антиоксиданта—2,6-ди(третбутил) фенола. Высокой эффективностью при стабилизации реактивных топлив, полученных

гидрогенизационными процессами, обладают также некоторые N'-ациламиноацилпроизводные N-замещенных мочевины.

В качестве антиоксидантов для некоторых полимеров предложено использовать бензилмочевины. Установлено, что наибольшей эффективностью при испытаниях в полипропилене обладает 1-фенил-3-алкилбензилмочевина в концентрации 0,1%.

Важной проблемой, которую удалось успешно решить с помощью замещенных мочевины, является предотвращение растрескивания каучуков под действием озона. Были предложены замещенные мочевины общей формулы  $ArNHCONHAr'$  ( $Ar$  и  $Ar'$ —различные ароматические группы), например N-п-толил-N'-нафтилмочевина, и общей формулы  $R^1R^2NCONR^3R^4$  ( $R^1, R^2, R^3, R^4$ —H или углеводородные радикалы, два из которых алициклические). Например, N,N-дициклогексил-N'-фенилмочевина в концентрации 1,5% образует с бутадиенстирольным каучуком вулканизат, который практически не растрескивается под действием озона. Замещенные мочевины указанного выше строения не окрашивают и не обесцвечивают сырье, в которое они добавляются.

Производные мочевины предложены в качестве противостарителей и термостабилизаторов синтетических каучуков. Дифенилмочевина предотвращает сшивание синтетических каучуков с высокой степенью ненасыщенности. Указывается также, что производные мочевины с ароматическими и алифатическими ацильными группами могут быть термостабилизаторами не только для каучуков, но также для пластмасс и масел, а диоксиалкилзамещенные мочевины можно использовать в качестве модификаторов (удлинителей цепи) уретановых термоэластопластов.

Производные, содержащие мочевиновые остатки, патентуются как стабилизаторы, предотвращающие изменение механических свойств и окраски полиуретановых смол, пенопластов, волокон, синтетической кожи, эластомеров под действием солнечного света, УФ-облучения или нагревания.

Замещенные мочевины предложено использовать как стабилизаторы перекисей низших кетонов (вулканизирующих агентов для полиэфирных смол) и стабилизаторы образования шлама углеводородов, смазочных материалов, топлив.

Замещенные мочевины используются для отбеливания и гидрофобизации тканей, для импрегнирования и улучшения формирования синтетических волокон.

В последнее время в литературе появились сведения о возможности применения замещенных мочевины как добавок, придающих синтетическим волокнам огнестойкость. С этой целью, например, полиамидные волокна пропитывали раствором, содержащим мочевины или некоторые ее производные, такие, как N,N-дифенилмочевину, N- $\alpha$ -нафтилмочевину и N,N-диметил-N'-фенилмочевину. N-Замещенные производные этиленмочевины могут использоваться в качестве стабилизаторов чернил. Чернила, содержащие замещенные мочевины, имеют высокую стабильность при использовании и хранении, хорошие физические свойства.

## 2 Объект и методы исследования

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  записывали на спектрометрах Bruker AM 400 (частоты регистрации спектров ЯМР указаны в тексте) внутренний стандарт – ТМС, растворитель указан в тексте, химические сдвиги приведены в м.д. Температура плавления определялась на приборе для определения температуры плавления MP50 (Mettler Toledo).

Синтез проводили в микроволновой системе для органического синтеза SEM Discover 2455 МГц, 50 Вт и на магнитной мешалке с подогревом MSH-20A.

Контроль за ходом реакции и чистотой полученных продуктов вели методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 и Merck, silica gel 60, F254, детектирование пятен проводили УФ-светом при длине волны 254 нм; и методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Agilent 1220 Infinity II LC System.

### *Характеристика использованных веществ*

Серную кислоту, этилацетат, гексан, этанол, ацетонитрил, дихлорэтан, диметилсульфоксид, глицин использовали марки «хч» без предварительной очистки.

## **5. 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 работы. 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 НИР– исследование реакции взаимодействия  $\alpha$ -дикетоноров с производными мочевины с целью создания биологически активных веществ

## 5.1 Предпроектный анализ

### 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная научно-исследовательская работа посвящена исследованию реакционной способности производных мочевины с целью модификации его структуры. Модифицированное соединение проявляет несколько видов биоактивности, что делает его востребованным на рынке. Поэтому для определения потенциальных потребителей результатов данного научного исследования был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Целевым рынком являются фармацевтические компании и научно-исследовательские лаборатории. На рынке уже имеется аналогичный препарат – фенитоин, который производят на крупном отечественном предприятии ОАО "Усолье-Сибирский химфармзавод" и на зарубежном ОАО "Луганский химико-фармацевтический завод". Научно-исследовательские лаборатории заинтересованы в исследовании биологической активности и токсичности нового лекарственного препарата и его дальнейшей модификации. Исходя из этого, можно выделить две основные группы потребителей: фармацевтические предприятия и научно-исследовательские лаборатории.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка

		Отрасль	
		Фармацевтические предприятия (производство)	Научно-исследовательские лаборатории (исследование)
Размер компании	Крупные	ОАО «Усолье-Сибирский	
	Средние	ОАО "Луганский химико-фармацевтический завод".	ООО «КоАЛ Фарманализ»
	Мелкие		

Как видно из таблицы 5.1, наиболее перспективными сегментами в отраслях фармацевтических предприятий и научно-исследовательских лабораторий для формирования спроса является сегмент малых фармацевтических предприятий, а также крупных и малых научно-исследовательских компаний, следовательно, на начальном этапе необходимо ориентироваться на поставку продуктов в основном мелким фирмам, но в дальнейшем можно расширять объемы и поставлять продукцию для крупных компаний.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки в синтезе противосудорожных препаратов: первая – разработка группой ученых под руководством J. Safari; вторая – разработка под руководством Yoshio Hamada.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Доступность реагентов	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
2. Простота синтеза	0,05	5	4	4	0,25	0,20	0,20
3. Выход продукта	0,33	5	3	4	1,65	0,99	1,32
4. Время реакции	0,25	5	4	2	1,25	1,00	0,50
5. Водорастворимость продукта	0,3	4	1	1	1,2	0,30	0,30
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>4,7</b>	<b>2,84</b>	<b>2,67</b>

Б<sub>ф</sub> – продукт, полученный в ходе исследовательской работы; Б<sub>к1</sub> – продукт, полученный группой ученых под руководством J. Safari; Б<sub>к2</sub> – продукт, полученный группой ученых под руководством Yoshio Hamada;

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

$$K_{\text{ф}} = 0,07 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,33 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 = 4,7$$

$$K_{\text{к1}} = 0,07 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,33 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,3 \cdot 1 = 2,84$$

$$K_{\text{к2}} = 0,07 \cdot 5 + 0,04 \cdot 5 + 0,33 \cdot 4 + 0,25 \cdot 2 + 0,3 \cdot 1 = 2,67$$

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

### 5.1.3 SWOT-анализ

Проведем комплексный анализ научного исследования с целью описания его сильных и слабых сторон, а также выявления возможностей и угроз для реализации данной разработки.

Таблица 5.3 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	С1. Простая методика, позволяющая быстро осуществлять синтез.	СЛ1. Низкая мощность производства.
	С2. Квалифицированный персонал, участвующий в исследовании данной тематики.	СЛ2. Необходимо предварительно получать исходные вещества, что приводит к длительности исследования.
	С3. Наличие необходимого оборудования для синтеза.	СЛ3. Отсутствие некоторого необходимого оборудования для анализа.
	С4. Наличие бюджетного финансирования.	
	С5. Дешевые реагенты.	

Продолжение таблицы 5.3

<b>Возможности</b>		<b>СиВ</b>	<b>СЛиВ</b>
В 1	Высокий спрос на продукт	<p>В1С1. Простота методики даёт преимущество по сравнению с другими известными методиками, время синтеза значительно сокращается, таким образом повышается спрос на данную разработку.</p> <p>В2С2С3. Фармацевтические компании заинтересованы в сотрудничестве с квалифицированными и опытными профессионалами, а наличие необходимого оборудования привлекает тем, что нет необходимости использовать оборудование предприятия.</p> <p>В3С2С4. Квалифицированный персонал и наличие бюджетного финансирования способствуют привлечению новых ресурсов, например использованию инновационной структуры ТПУ.</p>	<p>В1СЛ1СЛ2. Высокий спрос на продукт мотивирует повысить мощность производства. А за счет вырученных средств можно приобрести реагенты, чтобы не получать их самим.</p> <p>В2СЛ1СЛ2СЛ3. Сотрудничество с предприятиями позволит разработать методику для повышения мощности производства, будет возможна поставка реагентов с предприятия, появится заводское оборудование для анализа.</p> <p>В3СЛ2СЛ3. Использование инфраструктуры ТПУ позволит устранить недостатки разработки, появится возможность приобрести исходные вещества и оборудование для анализа, что сократит время на исследование и позволит получать более качественные продукты.</p>
В 2	Сотрудничество с фармацевтическими компаниями		
В 3	Использование инновационной структуры НИ ТПУ		
<b>Угрозы</b>		<b>СиУ</b>	<b>СЛиУ</b>
У 1	Развитая конкуренция в исследовании данной темы	<p>У1С1С3С4С5. Простота методики, наличие оборудования, наличие финансирования и дешевые реагенты имеют большое преимущество по сравнению с конкурирующими разработками.</p> <p>У2С1С2С3С5</p> <p>Квалифицированный персонал, необходимое оборудование и дешевые реагенты составляют ключевую роль в сотрудничестве с предприятиями не только в Томске, но и по всей России.</p>	<p>У1СЛ1СЛ2. Развитая конкуренция даёт толчки для модификации разработки с целью повышения производственной мощности. Синтезировать исходные вещества – намного дешевле, чем купить их. А в нашей методике описаны способы получения всех веществ, что дает преимущество перед конкурентами.</p>
У 2	Отсутствие фармацевтических предприятий, занимающихся производством похожих препаратов в Томске		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Соотношения параметров представлены в таблице 5.4 – 5.7

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	-	0
	B2	0	+	+	-	0
	B3	-	+	-	+	-

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	0
	B2	+	+	+
	B3	-	-	+

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта		
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	У1	+	+	0
	У2	-	-	-

В результате SWOT-анализа показано, что преимущества данного научного исследования (простота методики, наличие бюджетного финансирования, дешевые реагенты, квалифицированный персонал) преобладают над его недостатками (низкая мощность производства, отсутствие некоторого оборудования и некоторых исходных веществ), так как данные недостатки возможно устранить, сотрудничая с фармацевтическими предприятиями или используя инфраструктуру ТПУ.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

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 5.8.

Таблица 5.8 – 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

Продолжение таблицы 5.8

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	10	Составление пояснительной записки	Инженер

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

Для оценки трудовых затрат, которые в большинстве случаев формируют основную часть стоимости разработки, была определена трудоемкость участников проекта.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости  $t_{ожі}$  рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5} \quad (5.2)$$

где  $t_{mini/max}$  – минимальное/максимальное возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем, чел.-дн.;

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ ; – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

Результаты расчетов трудоемкости и продолжительности всех видов работ приведены в таблице 5.9.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобного и наглядного представления графика проведения работ была построена диаграмма Ганта. Для построения графика Ганта, длительность каждого этапа работы из рабочих дней была переведена в календарные дни.

Формула перевода:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

(5.4)

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

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

$k_{\text{кал}}$  - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.5)$$

где  $T_{\text{кал}}$  - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  - количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 5.9.

Таблица 5.9 – 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		$t_{ожг}$ , 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	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	3,4	5
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	6,8	10
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	3,8	6
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	10,2	69	71,8	107

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта

Таблица 5.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T <sub>кi</sub> , 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	5	▨											
3	Обзор научной литературы	Исп2	11		■										
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			■									
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	10			▨	■								
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	6										▨	■	
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13											■	■

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

### 5.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

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

### 5.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затраты всех материалов, используемых при получении карбамоилглицина, бензила и производного фенитоина. Результаты расчета затрат представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Затраты на получение производных мочевины, бензила и производного фенитоина, а также на анализ

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Мочевина	кг	0,02	15600	498
Серная кислота	мл	10	12585	345,6
Этанол	мл	100	180	180
ДМСО	мл	100	240	24
Гидроксид калия	г	20	6197	493,4
Ацетонитрил	л	1	1969	1969
Этилацетат	л	50	313	15,65
<b>Итого:</b>				3525,65

### 5.3.2 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:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (5.6)$$

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

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m, \quad (5.7)$$

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

Рассчитаем амортизацию для весов аналитических, с учётом, что срок полезного использования 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Весы аналитические:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 75\,400}{12} \cdot 3,63 = 4561,7 \text{ руб.}$$

ИК – спектрометр:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 750\,000}{12} \cdot 0,2 = 1250 \text{ руб.}$$

ВЭЖХ:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 711\,000}{12} \cdot 3,63 = 21507,75 \text{ руб.}$$

Мешалка магнитная:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 40\,839}{12} \cdot 3,63 = 2470,76 \text{ руб.}$$

Роторный испаритель:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 223\,220}{12} \cdot 0,1 = 372 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 4561,7 + 1250 + 21507,75 + 2470,76 + 372 = 30162,21 \text{ руб.}$$

Таблица 5.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	Н <sub>Л</sub> , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Весы аналитические HTR-120CEShinko	1	5	3,63	7	75400	4561,7
2	Настольный ИК спектрометр Agilent Cary 630	1	10	0,2	5	750000	1250
3	ВЭЖХ	1	10	3,63	5	711000	21507,75
4	Мешалка магнитная MSH-20D-Set	1	5	3,63	10	40839	2470,76
5	Роторный испаритель типа RV-06ML1-ВІКА		5	0,1		223220	372
<b>Итого:</b>						30162,21 руб.	

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей

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

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) одного работника:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p \quad (5.8)$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 5.9);  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (5.9)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 56 раб. дней  $M=10,3$  месяца, 6-дневная неделя; при отпуске в 28 раб. дней  $M=11,2$  месяца, 5-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.13).

$$Z_{\text{дн.рук}} = \frac{51285 * 10,3}{251} = 2104,52 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{дн.инж.}} = \frac{33150 * 11,2}{223} = 1664,93 \text{ руб}$$

Таблица 5.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (5.10)$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ );  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$$Z_{\text{м.рук.}} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 51285 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{м.инж.}} = 17000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 33150 \text{ руб}$$

Таблица 5.14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З <sub>тс</sub> , руб.	к <sub>р</sub>	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	26300	1,3	0,3	0,2	51285	2104,52	10,2	21466,104
Инженер	17000	1,3	0,3	0,2	33150	1664,93	69	114880,17
Итого								136346,274

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 21466,104 = 3219,92 \text{ руб}$$

Для инженера:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 114880,17 = 17232,03 \text{ руб}$$

где  $k_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

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

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.11)$$

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

Для учреждений, осуществляющих научную и образовательную деятельность размер страховых взносов равен 30%.

$$Z_{\text{внеб.рук.}} = 0,3 \cdot (21466,104 + 3219,92) = 7405,81 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб.инж.}} = 0,3 \cdot (114880,17 + 17232,03) = 39633,66 \text{ руб.}$$

Таблица 5.15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	21466,104	3219,92	7405,81
Инженер	114880,17	17232,03	39633,66
Итого			47039,47

### 5.3.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} = ((30162,21 + 7449,16 + 136346,274 + 20451,95 + 47039,47)/5) \cdot 0,16 = 7726,37 \text{ руб}$$

### 5.3.7 Бюджетная стоимость НИР

Таблица 5.16 – 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
30162,21	3525,65	136346,274	20451,95	47039,47	241449,06	7726,37	249175,43

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Исследование реакционной способности карбамоилглицина с целью модификации его структуры» по форме, приведенной в таблице 5.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат одного конкурирующего научно-исследовательских проектов.

Таблица 5.17 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб		Примечание
		Текущий Проект	Исп.1	
1	Материальные затраты НИР	3525,65	19970,16	Таблица 5.11
2	Затраты на специальное оборудование	30162,21	65006,54	Таблица 5.12
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	136346,274	136346,274	Таблица 5.14
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20451,95	20451,95	Пункт 5.3.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	47039,47	47039,47	Пункт 5.3.5
6	Накладные расходы	7726,37	7726,37	Пункт 5.3.6
Бюджет затрат НИР		245251,924	296540,76	Сумма ст. 1- 5, 7

Где: *Исп.1 – Аналог 1*

#### **5.4 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.

##### **5.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности исследования**

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат двух 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 аналога данной НИР рассмотрен:

1) Получение производного гидантоина из замещённых мочевины;

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.12)$$

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

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

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

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 245251,924$  руб,  $\Phi_{\text{исп.1}} = 296540,76$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{245251,924}{296540,76} = 0,83$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{296540,76}{296540,76} = 1$$

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

#### **5.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности исследования**

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР ( $I_{ri}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 5.18).

Таблица 5.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

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

#### 5.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{фин.}p}} \quad (5.13)$$

$$I_{\text{текущ.}} = \frac{4,8}{0,83} = 5,78$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{4}{1} = 4$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности другого варианта с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 5.18).

Таблица 5.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,83	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4
3	Интегральный показатель эффективности	5,78	4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,70

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является текущий проект.

## Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению 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 календарных дней для выполнения работ составляет 107 дней; общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер, составляет 69 дня; общее количество рабочих дней, в течение которых работал руководитель, составляет 10,2 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 245251,924 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,83, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогом;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,8, что свидетельствует о наиболее высокой ресурсоэффективности по сравнению с аналогом, у которого данный показатель равен 4;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,78, что является наиболее высоким в сравнении с аналогом, значит техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

### Список публикаций

1. Е. В. Худякова, А.С. Головцова. Исследование реакционной способности мочевины в реакции с бензилом / Е. В. Худякова, А.С. Головцова, В. В. Штрыкова // Химия и химическая технология в XXI веке материалы XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвященной 125-летию со дня основания Томского политехнического университета (г. Томск, 17–20 мая 2021 г.). В 2 томах. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2021. – С. 263-264.