

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

---

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Кафедра: Технологии органических веществ и полимерных материалов

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы                                                   |
|---------------------------------------------------------------|
| <b>Синтез органических лигандов для модификации полимеров</b> |

УДК 547 29-32 057

Студент

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ДМ5А  | Подрезов Владислав Витальевич |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Кукурина О.С. | К.Х.Н.<br>доцент          |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Креницына З.В. | К.Т.Н.<br>доцент          |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| ассистент | Раденков Т.А. |                           |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Должность     | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| зав. кафедрой | Юсубов М.С. | Д.Х.Н.,<br>профессор      |         |      |

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результата                      | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Профессиональные компетенции</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P1                                  | Применять <i>глубокие</i> естественно-научные, математические и инженерные <i>знания</i> для создания <i>новых</i> материалов                                                                                                                                                              |
| P2                                  | Применять <i>глубокие</i> знания в области современных технологий химического производства для решения <i>междисциплинарных</i> инженерных задач                                                                                                                                           |
| P3                                  | Ставить и решать <i>инновационные</i> задачи <i>инженерного анализа</i> , связанные с созданием материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов химической технологии                                                                       |
| P4                                  | Разрабатывать химико-технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование для создания материалов, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке                                                                                                          |
| P5                                  | Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области создания <i>новых</i> материалов, современных химических технологий, нанотехнологий                                                                                                                              |
| P6                                  | Внедрять, <i>эксплуатировать</i> современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды |
| <i>Универсальные компетенции</i>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P7                                  | Использовать <i>глубокие</i> знания по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности                                                                                          |
| P8                                  | <i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности                                                                                  |
| P9                                  | Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации                   |
| P10                                 | Демонстрировать <i>глубокие</i> знания <i>социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>                                                                                                     |
| P11                                 | <i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности                                                                                                                                                              |

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) Юсубов М.С.  
 (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО                              |
|--------|----------------------------------|
| 2ДМ5А  | Подрезову Владиславу Витальевичу |

Тема работы:

**Синтез органических лигандов для модификации полимеров**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 03.03.2017, 1454/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к работе</b><br><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Объект исследования - метил 6-иодгексаноат, этил 6-иодгексаноат – как лиганды для модификации полимеров<br>Сырье – циклогексанон, диэтилиминодиацетат                                                           |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов,</i>                                        | Аналитический обзор литературы<br>Объекты и методы исследования<br>Результаты и обсуждение<br>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение<br>Социальная ответственность<br>Выводы по работе |

|                                                                                          |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| подлежащих разработке; заключение по работе).                                            |                                  |
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей)     | Презентация                      |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов) |                                  |
| <b>Раздел</b>                                                                            | <b>Консультант</b>               |
| Синтез органических лигандов для модификации полимеров                                   | к.х.н., доцент Кукурина О.С.     |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                          | к.т.н., доцент, Криницына З.В.   |
| Социальная ответственность                                                               | ассистент Раденков Т.А.          |
| Literature review                                                                        | ст. преподаватель, Рыманова И.Е. |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>  |                                  |
| На русском: Литературный обзор                                                           |                                  |
| На английском: Literature review                                                         |                                  |
|                                                                                          |                                  |

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

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Кукурина О.С. | к.х.н., доцент         |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ДМ5А  | Подрезов Владислав Витальевич |         |      |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                              |
|--------|----------------------------------|
| 2ДМ5А  | Подрезову Владиславу Витальевичу |

| Институт            | ИПР     | Кафедра     | ТОВПМ                          |
|---------------------|---------|-------------|--------------------------------|
| Уровень образования | Магистр | Направление | 18.04.01 Химическая технология |

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

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Вычислены материально-технические, энергетические, финансовые, информационные и человеческие затраты. Бюджет НТИ составил 585984,6 руб                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | Нормы и нормативы по заработной плате исполнителей темы: коэффициент дополнительной заработной платы 12% от основной заработной платы, премиальный коэффициент к месячному окладу работника – 30% от заработной платы по тарифной ставке, коэффициент доплат и надбавок – 0,2, районный коэффициент для г. Томска – 1,3. Коэффициент накладных расходов 80%. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Ставка отчислений на уплату во внебюджетные фонды для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность 27,1%.                                                                                                                                                                                                                               |

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

|                                                                                                             |                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ                                                     | Разработка считается перспективной, так как значение и знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта                                                            | Представлен детальный календарный план проекта с указанием исполнителей и их ролей.                                      |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | Представлена структура и календарный план-график проведения НТИ, рассчитан его бюджет и проведена оценка рисков.         |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности                                           | Данный проект является перспективным и инвестиционно-привлекательным по сравнению с уже существующими аналогами.         |

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 1. Сегментирование рынка                  |
| 2. Диаграмма Исикавы                      |
| 3. Календарный план-график проведения НТИ |

## Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Креницына З.В. | к.т.н.                 |         |      |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ДМ5А  | Подрезов Владислав Витальевич |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО                              |
|--------|----------------------------------|
| 2ДМ5А  | Подрезову Владиславу Витальевичу |

| Институт            | ИПР     | Кафедра                   | ТОВПМ                          |
|---------------------|---------|---------------------------|--------------------------------|
| Уровень образования | Магистр | Направление/специальность | 18.04.01 Химическая технология |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul> | <p>Работа выполнялась в лаборатории ИПР на кафедре ТОВПМ. Рабочей зоной являлось помещение учебной лаборатории.</p> <p>На производительность труда студента, находящегося на рабочем месте, могут влиять следующие вредные производственные факторы: отклонение температуры и влажности воздуха от нормы, недостаточная освещенность рабочего места. Кроме того, студент может подвергаться действию опасных факторов: отравлению химическими парами, возникновению химических ожогов. Наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера в результате производственных аварий и пожаров.</p> |
| <p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года «О специальной оценке условий труда»</p> <p>Федеральный закон №184-ФЗ «о техническом регулировании от 27 декабря 2002 года.</p> <p>Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г (ред от 10.07 2012г) «Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности»</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul> | <p>1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы могут возникнуть при неблагоприятных метеоусловиях.</p> <p>Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности устанавливаются согласно ГОСТ 12.1.005-88.</p> <p>Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения и приводит к утомляемости организма. В соответствии с характером выполняемых работ освещенность рабочего места по СНиП II-4-79 должна быть 200 Лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.</p> |
| <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul>                                                                                                                                              | <p>Для того, что избежать получения ожога мягких тканей, ожога слизистой, отравления необходимо соблюдать следующие меры индивидуальной защиты согласно ПНД Ф 12.13.1-03:</p> <p>1. При работе в хим. лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.</p> <p>2. При выполнении работ, связанных с выделением ядовитых газов и пыли, для защиты органов дыхания следует применять респираторы.</p>                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)                                                                                                                                                                                                                        | 3. При работе с едкими и ядовитыми веществами дополнительно применяют фартуки, средства индивидуальной защиты глаз и рук.<br>4. Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки.<br>5. Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. Охрана окружающей среды:<br>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);<br>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);<br>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);<br>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.        | В лабораториях кафедры ТОВПМ используются вредные вещества, по этой причине применяются следующие меры по охране окружающей среды:<br>– в канализацию сливаются только нейтральные вещества;<br>– жидкости, которые в обычных условиях нельзя нейтрализовать собираются в специальных емкостях – «слив»;<br>– твердые вещества собираются в специальные емкости и затем отправляются на утилизацию;<br>– очистка воздуха в помещениях осуществляется с помощью вентиляции.                                                                                   |
| 4. Защита в чрезвычайных ситуациях:<br>– перечень возможных ЧС на объекте;<br>– выбор наиболее типичной ЧС;<br>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;<br>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;<br>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий | Наиболее типичной ЧС являются производственные аварии и пожары. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием, а легковоспламеняемые материалы хранить по возможности в подземных складах. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности СНиП 2.01.02-85): огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации. |
| 5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:<br>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;<br>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны                                                                                       | В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Перечень графического материала:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность         | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент кафедры | Раденков Т.А. |                        |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 2ДМ5А  | Подрезов Владислав Витальевич |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 129 с., 26 рис., 22 табл., 35 источника, 12 прил.

Ключевые слова: циклические кетоны, циклогексанон, хелатные центры, лиганды, диэтилиминодиацетат.

Объектом исследования являются: метил 6-иодгексаноат и этил 6-иодгексаноат

Цель работы – разработка нового способа получения  $\omega$ -производных алифатической карбоновой кислоты исходя из ранее нами синтезированных  $\omega$ -иодалифатических карбоновых кислот и их эфиров (окислением различных циклических кетонов) действием диэтилиминодиацетатом.

В процессе исследования проводились реакции окислительного расщепления кетонов, нуклеофильного замещения, гидролиз.

В результате исследования были получены исходные субстраты: метил 6-иодгексаноат, 6-иодгексановая кислота, этил 6-иодгексаноат, диэтил-2,2'-(6-метокси-6-оксогексилазанедил)диацетат, диэтил-2,2'-(6-этокси-6-оксогексилазанедил)диацетат, 6-(бис(карбоксиметил)аминогексановая кислота.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: ЯМР спектры снимали на приборе Bruker AM400, ИК-спектры регистрировали с помощью ИК-Фурье-спектрометра СИМЕКС ФТ-801 в области  $400 \dots 4000 \text{ см}^{-1}$ . Хромато-масс-спектрометрическое исследование проводили на газо-хроматографическом комплексе Agilent 7820 с масс-селективным квадрупольным детектором Agilent 5975.

Область применения: синтезированные продукты могут применяться в качестве лигандов для модификации полимеров и в качестве центров комплексообразования с различными металлами.

Экономическая эффективность/значимость работы достаточно высока, так как данный продукт отсутствует на российском рынке, а произведенный за границей имеет высокую цену.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. IC CSR 26000:2011. Социальная ответственность организации. Требования. – введ. 03.03.2011. – Международный Комитет по корпоративной социальной ответственности (IC CSR), 2011. – 32 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 N 197-ФЗ (ред. от 06.04.2015).
3. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 – 2016 годы // Российская газета. 2013. URL: <http://www.rg.ru/2013/12/30/a904631-dok.html>.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. №426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
5. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г
6. ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности. [Текст].-введ. 01.07.1984.- М.: Стандартинформ, 2008. – 13 с.
7. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www.URL: http://www.complexdoc.ru/ntdtext/485621](http://www.complexdoc.ru/ntdtext/485621)
8. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г., № 21.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и

общественных зданий, утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г., № 554.

10. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.URL: <http://www.rg.ru/2011/10/28/medosmotr-dok.html>.

## **Обозначения и сокращения**

ЯМР – ядерный магнитный резонанс;

ИК – инфракрасная спектроскопия;

БАС – биологически активные соединения;

ТСХ – тонкослойная хроматография;

ДЭИДА – диэтилиминодиацетат;

ДМФ – диметилформамид.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Нормативные ссылки.....</b>                                                                            | <b>10</b> |
| <b>Обозначения и сокращения .....</b>                                                                     | <b>12</b> |
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                      | <b>15</b> |
| <b>1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....</b>                                                                        | <b>18</b> |
| 1.1 Классификация методов модификации полимеров .....                                                     | 18        |
| 1.2 Ковалентное и не ковалентное связывание. Химическая модификация<br>22                                 |           |
| 1.3 Обоснование выбора полимера и метода модификации .....                                                | 23        |
| 1.4 Обоснование выбора прекурсора.....                                                                    | 26        |
| 1.5 Обоснование выбора хелатирующего агента .....                                                         | 29        |
| <b>4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И<br/>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....</b>                        | <b>31</b> |
| 4.1 Предпроектный анализ .....                                                                            | 31        |
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                                            | 31        |
| 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции<br>ресурсоэффективности и ресурсосбережения ..... | 31        |
| 4.1.3 Диаграмма Исикавы.....                                                                              | 33        |
| 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации .....                                                  | 34        |
| 4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического<br>исследования .....                       | 36        |
| 4.2 Инициация проекта .....                                                                               | 36        |
| 4.2.1 Цели и результат проекта.....                                                                       | 36        |
| 4.2.2 Организационная структура проекта.....                                                              | 38        |
| 4.2.3 Ограничения и допущения проекта .....                                                               | 38        |
| 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом .....                                             | 39        |
| 4.3.1 Контрольные события проекта.....                                                                    | 39        |
| 4.3.2 План проекта.....                                                                                   | 40        |
| 4.4 Бюджет научного исследования.....                                                                     | 42        |
| 4.4.1 Сырье и материалы .....                                                                             | 42        |

|       |                                                                                                                            |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.2 | Расчет амортизационных отчислений.....                                                                                     | 43 |
| 4.4.3 | Основная заработная плата исполнителей темы .....                                                                          | 44 |
| 4.4.4 | Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....                                                                    | 46 |
| 4.4.5 | Отчисления во внебюджетные фонды.....                                                                                      | 47 |
| 4.4.7 | Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....                                                        | 47 |
| 4.4   | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.. | 48 |
| 4.4.1 | Оценка сравнительной эффективности исследования.....                                                                       | 49 |

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность проблемы

Анализ развития фундаментальных работ и технологий получения новых полимерных и композиционных материалов показывает, что традиционные методы синтеза полимеров — полимеризация и поликонденсация — во многом исчерпали себя и вероятность появления полимеров с характеристиками, существенно превосходящими достигнутый известный уровень, значительно уменьшилась. Третье общее направление получения полимеров — их модификация — ускоренно развивается в последние годы. Такое широкое применение реакций модификации объясняется тем обстоятельством, что исходные полимеры по комплексу свойств не всегда отвечают всем эксплуатационным требованиям. Несмотря на множество способов модификации полимеров в настоящее время не существует таких, которые обеспечивали бы комплексное улучшение их свойств. Логично предположить, что любые способы модификации, ведущие к нивелированию дефектов различной природы и изменению характера разрушения, приведут к комплексному улучшению различных свойств.

Существуют различные способы модификации полимеров, но наиболее перспективным является обработка поверхности. Объектом модификации полимеров является функционализация поверхности различными лигандами и прекурсорами, которая позволит на основе известных полимеров получать материалы с комплексом заданных, улучшенных физико-химических и биологических свойств.

Таким образом, разработка нового способа получения  $\omega$ -производных алифатической карбоновой кислоты (прекурсора) исходя из ранее нами синтезированных  $\omega$ -иодалифатических карбоновых кислот и их эфиров (окислением различных циклических кетонов) действием

диэтилиминодиацетатом (лигандом) является актуальным вопросом в области органической и полимерной химий.

### **Цель данной работы**

Разработка нового способа получения  $\omega$ -производных алифатической карбоновой кислоты исходя из ранее нами синтезированных  $\omega$ -иодалифатических карбоновых кислот и их эфиров (окислением различных циклических кетонов) действием диэтилиминодиацетатом.

На основании поставленной цели следует решить следующие **задачи**:

- 1) Синтезировать исходные субстраты: метил 6-иодгексаноат, этил 6-иодгексаноат.
- 2) Получить диэтил-2,2'-(6-метокси-6-оксогексилазанедил)диацетат.
- 3) Осуществить синтез диэтил-2,2'-(6-этокси-6-оксогексилазанедил)диацетата.
- 4) Предложить методику синтеза 6-(бис(карбоксиметил)аминогексановая кислоты.
- 5) Исследовать физико-химические свойства и спектральные характеристики синтезированных веществ.

### **Научная новизна**

Впервые был разработан метод получения диэтил-2,2'-(6-метокси-6-оксогексилазанедил)диацетата из метилового эфира 6-иодгексановой кислоты в присутствии карбоната калия в среде ацетонитрила.

Впервые была получена 6-(бис(карбоксиметил)аминогексановая кислоты из ранее нами синтезированного диэтил-2,2'-(6-этокси-6-оксогексилазанедил)диацетата.

## **Практическая значимость работы**

Разработанные методики в дальнейшем могут применяться для получения из циклических кетонов различных прекурсоров, содержащих хелатные центры для связывания с медью, железом, кобальтом, никелем, марганца, для создания новых биополимеров.

## **Апробация работы**

Результаты данной работы были представлены на следующих конференциях: XVII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени Л. П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке», 17 –20 мая 2016г., Томск; Высокие технологии в современной науке и технике / V Международная научно техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов, 5–7 декабря 2016 г. г. Томск; XX Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием), 18-20 апреля 2017 г. Нижний Новгород; 54-й международной научной студенческой конференции МНСК–2016, 16–20 апреля 2016 г., Новосибирск; X Международной конференции молодых учёных по химии «МЕНДЕЛЕЕВ-2017», 4-7 апреля 2015 г., Санкт-Петербург; XVIII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени Л. П. Кулёва «Химия и химическая технология в XXI веке», 29 мая -1 июня 2017 г., Томск.

# 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Классификация методов модификации полимеров

Под модификацией полимеров понимают целенаправленное изменение свойств полимеров путем химико-физических превращений по функциональным группам. Если реакции полимеризации и поликонденсации являются процессами, основанными на превращении мономеров в полимеры, то третий путь — модификация — процесс превращения одних полимеров в другие.

По определению Коршака химическая модификация полимеров представляет собой процесс, в котором исходный полимер подвергается физическим или химическим воздействиям, в результате чего он превращается в новый полимер иного химического строения [1].

Впервые модифицированный полимер — нитроцеллюлозу — получил Броканно, действием азотной кислоты на целлюлозу. Позднее эти реакции были реализованы на ряде природных полимерах с получением различных производных целлюлозы, крахмала, белков и др.

Активное применение реакций модификаций обусловлено тем, что свойства и характеристики исходных полимеров не всегда отвечают эксплуатационным требованиям. Так, многие полимеры нерастворимы, и путем модификации их можно превратить в растворимые высокомолекулярные соединения. Ярким примером такого рода является целлюлоза, эфиры которой хорошо растворимы в органических растворителях; поливинилхлорид и полиэтилен после хлорирования становятся растворимыми в хлорсодержащих алканах. Введение в полистирол карбоксильных групп придает кислотные, а аминогрупп — основные свойства, необходимые для ионитов. Фосфорнокислые и галогенные группы делают полимеры негорючими, а присутствие азотноэфирных групп в целлюлозе придает ей взрывчатые свойства [2].

Известно, что кристаллические полиолефины кроме комплекса ценных свойств обладают рядом существенных недостатков (низкой адгезией к металлам, невысокой теплостойкостью, как полиэтилен, и термостабильностью, как полипропилен, лимитирующих в определенных случаях их использование в качестве эксплуатационных материалов). С помощью различных методов модификации возможно придание композициям на их основе необходимых свойств.

Неидеальное химическое строение и надмолекулярная структура, обусловленные неоптимальным протеканием процессов синтеза, в результате которого в реальном полимере появляются нарушения регулярности структуры: разветвления, ненасыщенные группы, пространственная неоднородность и другие, оказывают существенное и чаще всего негативное влияние на весь комплекс его свойств. В частности, двойные связи, обладая высокой реакционной способностью, являются центрами окисления, деструкции или структурирования макромолекул в процессе термостарения. Кроме того, они ухудшают условия упаковки макромолекул, определяя тем самым изменение условий и возможности кристаллизации, приводя к формированию дефектных надмолекулярных образований. В результате реальные свойства полимеров вследствие дефектности структуры оказываются существенно ниже их теоретических значений. Разработка способов модификации, основанных на управлении дефектностью структуры полимеров на стадиях как синтеза, так и переработки его в изделия, позволяет регулировать свойства полимеров.

В результате модификации возможно достижение значительного экономического эффекта, как за счет удешевления полимерных композиций, так и упрощения технологии изготовления изделий из модифицированных полимеров; возможно восстановление или изменение свойств отработанных изделий, обеспечивающих их повторное использование с соответствующим улучшением окружающей среды, и в связи с ограничением некоторых природных ресурсов, в частности, ценного натурального каучука.

Таким образом, модификация полимеров является весьма универсальным методом, позволяющим в широком диапазоне изменять в желаемом направлении физические и химические свойства полимеров. Благодаря этому в настоящее время модификация полимеров стала одним из основных направлений получения большого количества новых полимерных материалов, как в лаборатории, так и в промышленности.

Как известно, способы модификации полимеров по методам воздействия разделяют условно на химические и физические. Химическая модификация всегда является одновременно и физической, и поэтому целесообразно ее называть физико-химической. Однако и в результате применения физических методов (температура, нагрузка, облучение и т.д.) в полимере происходят структурно-физические и химические превращения. Последние особенно вероятны при совместном воздействии физических и химических факторов (особенно кислорода воздуха) в случаях, когда влияние только одного химического реагента практически не проявляется.

Модификацию полимеров можно также подразделять по стадийности проведения. Большинство известных приемов относится к одностадийной модификации. Тем не менее, в ряде случаев целесообразно использовать многостадийную модификацию, например, через стадию активирования (галогенирование, сульфохлорирование, фосфонирование, окисление).

Одним из направлений модификации является использование механоинициированных реакций, происходящих при переработке полимеров.

Несмотря на множество способов модификации полимеров в настоящее время не существует таких, которые обеспечивали бы комплексное улучшение их свойств. Логично предположить, что любые способы модификации, ведущие к нивелированию дефектов различной природы и изменению характера разрушения, приведут к комплексному улучшению различных свойств.

Нередко для достижения определенных свойств полимерного материала нет необходимости проведения модификации во всем объеме, а достаточно

воздействия лишь на поверхностный слой. Достаточно часто этот способ модификации применяется для изменения электрических свойств полимера [3 – 4].

## **1.2 Ковалентное и не ковалентное связывание. Химическая модификация**

Большинство методов иммобилизации (фиксация низкомолекулярных лигандов, макромолекул, клеточных органелл или клеток на определенном носителе) биологически активных веществ (БАВ) на поверхность полимеров являются адсорбционными, с помощью электростатического взаимодействия, лиганд-рецепторное связывание (как в биотин-авидине) и ковалентное связывание. Не ковалентное связывание иногда предпочтительнее, например, для создания транспортной системы лекарственных средств. Оно так же целесообразно в случае получения восстанавливаемых антимикробных поверхностей. Биотин-авидиновое взаимодействие является сильнейшим не ковалентным связыванием. Это является привлекательным для поверхностной биоконъюгации, так как доступно большое число биотинилированных (и биотинилирующих) реагентов.

Однако ковалентная иммобилизация имеет несколько преимуществ, предоставляя наиболее стабильные связи между соединением и функциональными группами полимера. В биомедицинской области ковалентное связывание может использоваться для увеличения периода полужизни биомолекулы замедляя ее метаболизм (например, соединения с противоопухолевой активностью, которые используются локально, но могут быть токсичными при метаболизме) или усилить биологическую активность устройств (таких как сосудистые устройства, шунты, катетеры).

В случае применения для активной пищевой упаковки ковалентное связывание гарантирует, что биологически активное соединение не будет мигрировать в пищу, и таким образом может предложить преимущество, при котором не требуется утверждения пищевой добавки [6-8].

### 1.3 Обоснование выбора полимера и метода модификации

Трансформация структуры и химического строения поверхностного слоя при модификации полимерного материала приводит к образованию специфичной многослойной системы.

Для формирования поверхностного слоя, устойчивого к внешним воздействиям, целесообразно проанализировать критерии и характеристики, на основании которых возможен эффективный выбор полимера-основы и методов модификации поверхности. Как известно, основными факторами, определяющими физико-химическую устойчивость полимерных материалов, являются:

- Полярность полимера и способность вступать в тот или иной вид взаимодействия с веществом;
- Гибкость макромолекул;
- Степень кристалличности и плотность упаковки макромолекул, упорядоченность надмолекулярных структур.

Выбор как полимера-основы, так и химического реагента должен сопровождаться выполнением ряда необходимых требований. Из-за инертности большинства полимеров, они должны пройти предварительную функционализацию перед соединением с биологически активным соединением. Второй шаг необходим для оптимизации методов функционализации, для того чтобы ввести активные функциональные группы желаемого типа и в определенном количестве. Финальный этап заключается в ковалентном присоединении биологически активного соединения к функционализированной полимерной поверхности, через посредника как это необходимо. Биологически активные соединения могут быть как натуральными, так и синтетическими, и выступать в качестве соединений, которые будут катализировать, или вызывать определенный ответ в биологической системе.

Таковы наиболее общие требования. Первоначально целесообразно проанализировать первые две пары, а остальные – в процессе выбора и уточнения пар полимер–реагент [7-11].

Как уже выше было сказано, что модификацию полимера в некоторых случаях лучше проводить многостадийно, через стадию активации (окисления галогенирования, сульфирование и т.д.). В данной работе представляет интерес полимеры и биологически активные соединения, которые в своем составе имеют аминогруппу (хитозан, глюкозамин, лизин).

Так на примере, хитозана, авторы статьи [12] получили сульфированный хитозан, который имеет схожую структуру с гепарином и используется в качестве коагулянта в крови, как антидиабетический препарат.

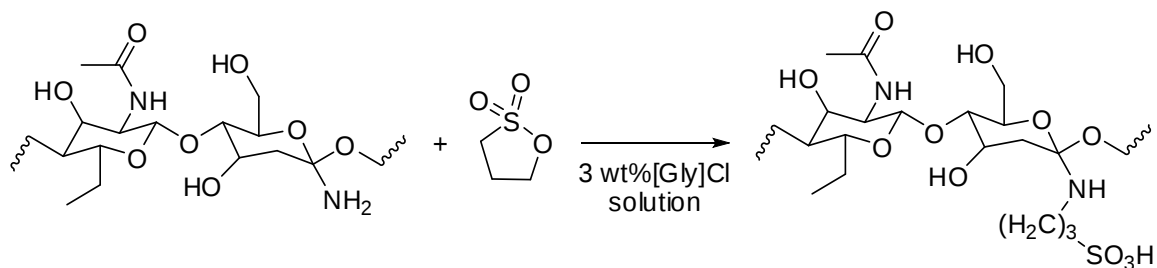


Рисунок 1.1 – Схема сульфирования хитозана

Авторами другой статьи [13] была проведена модификация глюкозамина для дальнейшего фосфорилирования различных белков.

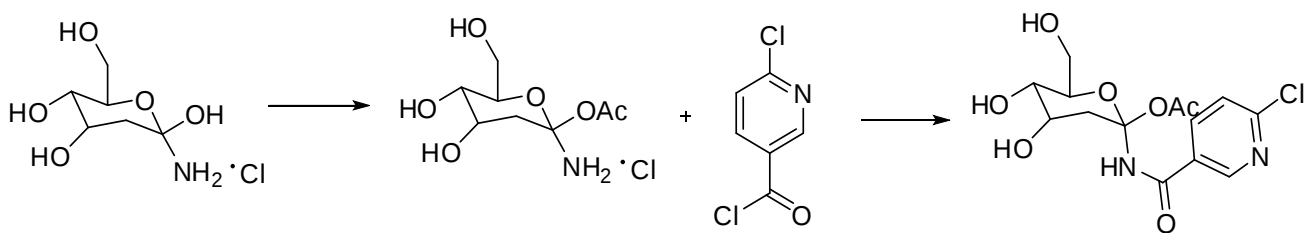


Рисунок 1.2 – Схема модификации глюкозамина

Таким образом, присоединение молекул пептидов, белков или антител к хелатирующему агенту часто происходит в результате реакции между первичной аминогруппой белка (пептида или антитела) и активированной сложноэфирной группой, изоцианатной группой или между

сульфогидрильной и малеимидной группами (рисунок 1.3). Применение такого подхода широко описано в зарубежной литературе [14].

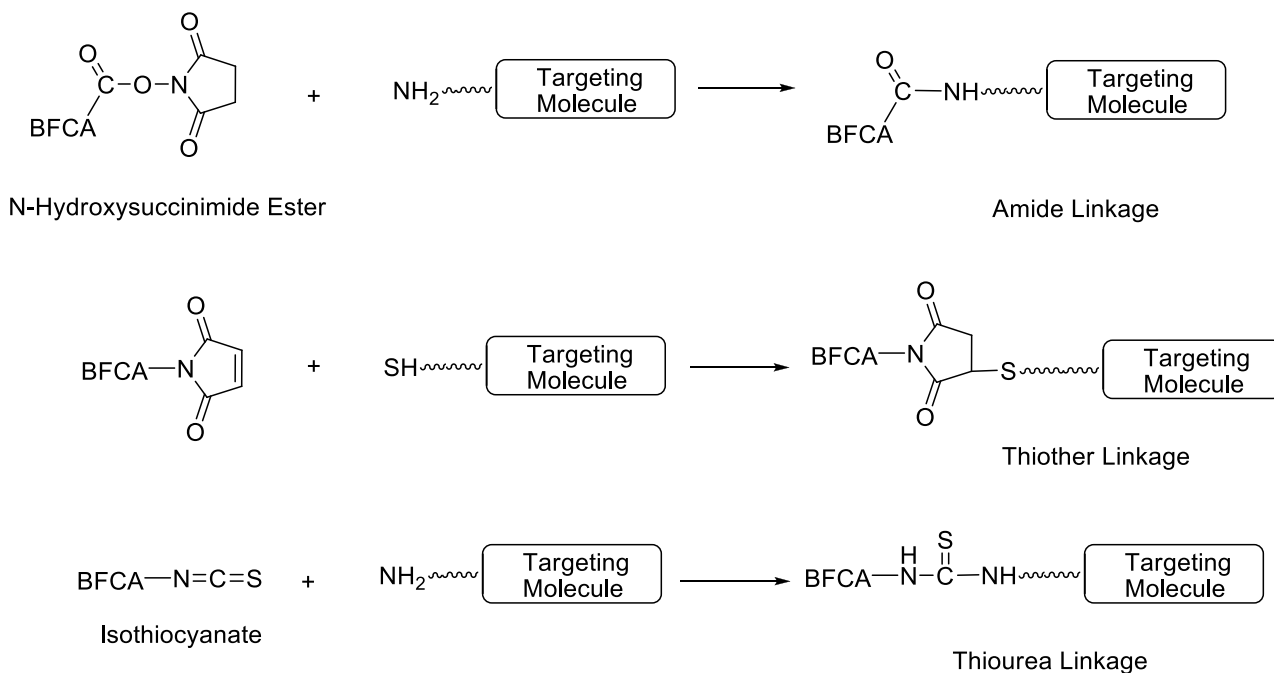


Рисунок 1.3— Общая схема функционализации БАС и биополимеров.

Таким образом, для модификации полимеров необходимы 2 главные составляющие: посредник (прекурсор) и хелатирующий агент. Поэтому ниже представлены основные способы их получения.

## 1.4 Обоснование выбора прекурсора

В настоящее время в качестве посредников (прекурсоров) для связывания биологически активного соединения с функциональной группой (хелатирующим агентом) широкое применение нашли аминокислоты, аминокальдегиды,  $\omega$ -производные кислот и их эфиров [15-17].

В качестве прекурсора мы предлагаем использовать  $\omega$ -иодкарбоновые кислоты и их эфиры.

Способов получения иодалифатических карбоновых кислот и их эфиров, которые бы отвечали принципам «зеленой химии», известно немного.

Известен способ получения иодалифатических карбоновых кислот, описанный в немецком патенте [18].

В качестве исходного субстрата используется бромалифатическая карбоновая кислота, реакция идет в тонком слое инертного носителя.

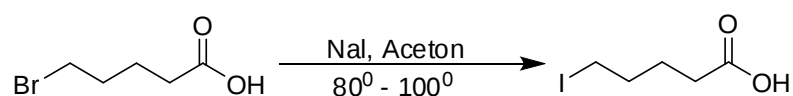


Рисунок 1.4 – Схема получения 6-йодгексановой кислоты

Но данный способ имеет ряд недостатков – это малодоступность исходного реагента, реакция проходит при нагревании, недостаточно высокие выходы продукта.

Также известен другой способ, где при действии на этил-6-бромгексаноат натрия иодидом в среде ацетона, выходы также невысокие [19].

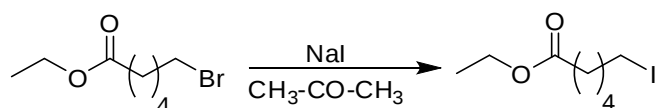


Рисунок 1.5 – Схема получения этилового эфира 6-йодгексановой кислоты из этилового эфира 6-бромгексановой кислоты

Другим, также наиболее общим методом получения 6-иодалифатических кислот, является реакция раскрытия лактонов в присутствии различных источников иода [20].

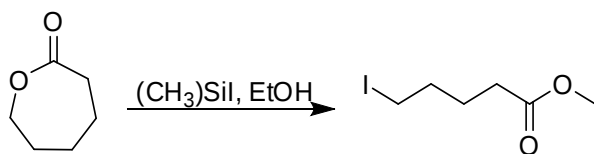


Рисунок 1.6 – Схема получения этилового эфира 6-иодгексановой кислоты из лактона

Так этиловый эфир был получен с очень низким выходом (46 %).

Также известен другой способ, где авторы получают гидропероксиды из соответствующих кетонов действием перекиси в присутствии  $\text{Cu}^{2+}$ -ионов [21].

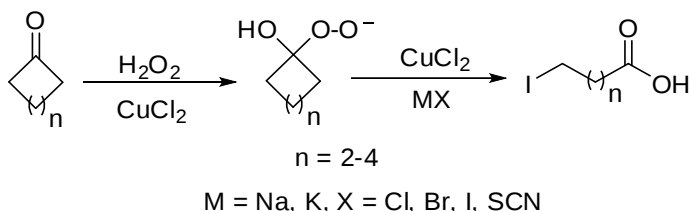
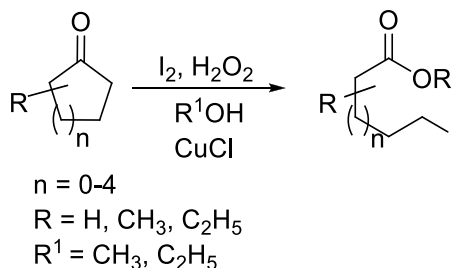


Рисунок 1.7 – Схема получения этилового эфира 6-иодгексановой кислоты из циклических кетонов

Главным недостатком этого способа является невысокие выходы целевого продукта, а также в реакционной массе идет образование побочного продукта – 6-гидроксикарбоновой кислоты.

В нашей работе мы выбрали для получения метилового эфира 6-иодгексановой кислоты способ, соответствующей основным принципам «зеленой» химии (Green Chemistry). Данный способ защищен патентом РФ [22].



### Рисунок 1.8 – Окислительное расщепление циклических кетонов

Для получения 6-иодалифатических карбоновых кислот и их эфиров оптимальным является соотношение реагентов – циклические кетоны: пероксид водорода: хлорид меди (I): йод = 1: 5: 0,1: 0,5. Подобранные условия, а именно соотношения реагентов, время реакции и комнатная температура, позволяет получить продукты с высоким выходом 80 %.

## 1.5 Обоснование выбора хелатирующего агента

Проанализировав существующие подходы к синтезу хелатных комплексов для связывания с металлами, прочными, стабильными и устойчивыми являются комплексы, связанные с атомом азота, серы и кислорода [23-27].

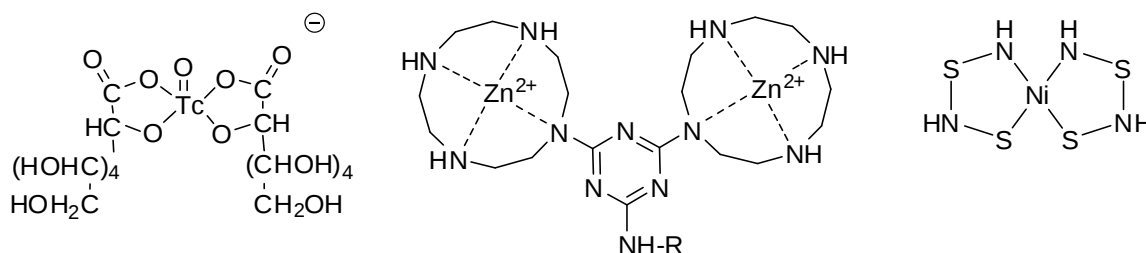


Рисунок 1.9 – Примеры центров для связывания с металлами

В последние годы популярными и широко используемыми лигандами являются производные иминодиуксусной кислоты, имеющей многочисленные применения в катализе и медицине [28-30].

В настоящее время существует два основных подхода к синтезу производных иминодиуксусной кислоты. Первый подход основан на использовании различных сложных эфиров иминодиацетата. Таким образом, желаемый продукт получают из ди-трет-бутилиминодиацетата в присутствии карбоната калия, иодида иода, в высококипящем растворителе ДМФ с низкими выходами (33%) [32].

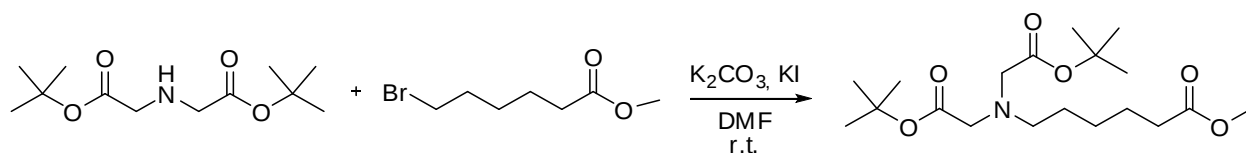


Рисунок 1.10 – Схема получения трет-бутил 2,2'-(6-метокси-6-оксогексилазанедиил)диацетат

Второй подход основан на использовании галогенсодержащих сложных эфиров. Так в среде азота из гидрохлорида метил-6-аминогексаноата

и трет-бутилхлорацетата в присутствии диизопропилэтиламина в безводном ДМФ получают продукт с выходом 82%. Недостатком этого способа является использование дорогих исходных субстратов [32].

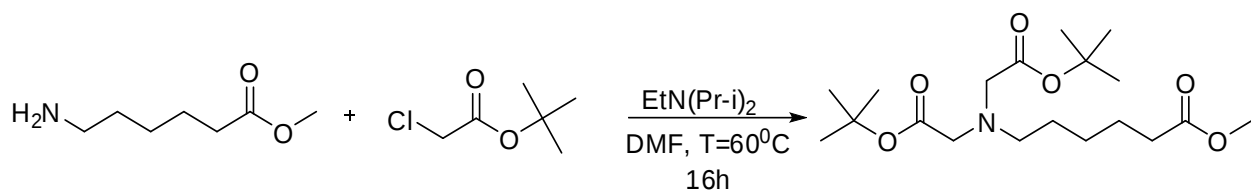


Рисунок 1.11 – Схема получения трет-бутил 2,2'-(6-метокси-6-оксогексилазанедиил)диацетат

Таким образом, варьируя различными исходными субстратами и растворителями получают производные иминодиуксусной кислоты.

## 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 4.1 Предпроектный анализ

#### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: органические лиганды на основе иминодиуксусной кислоты.

Целевой рынок: медицинские учреждения, предприятия фармацевтической отрасли, научно-исследовательские лаборатории.

|         | Вид продукта                          |                                          |                                               |
|---------|---------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|         | Сложные эфиры иминодиуксусной кислоты | Сложные эфиры нитрилотриуксусной кислоты | Производные этилендиаминтетрауксусной кислоты |
| Малые   |                                       |                                          |                                               |
| Средние |                                       |                                          |                                               |
| Крупные |                                       |                                          |                                               |

Рисунок 4.1 - Сегментирование рынка

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
|  | Медицинские учреждения               |
|  | Химико-фармацевтические предприятия  |
|  | Научно-исследовательские лаборатории |

При анализе рынка были выявлены основные потребители продукции, ими являются медицинские учреждения, а также малые химико-фармацевтические предприятия, так как данные производные используются в синтезе различных лекарственных препаратов.

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

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в

постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| 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. Выход продукта                                       | 0,2          | 5              | 4               | 4               | 1                     | 0,8             | 0,8             |
| 2. Время реакции                                        | 0,2          | 4              | 3               | 3               | 0,8                   | 0,6             | 0,6             |
| 3. Качество продукта                                    | 0,1          | 5              | 3               | 4               | 0,5                   | 0,3             | 0,4             |
| 4. Простота производства                                | 0,1          | 3              | 4               | 3               | 0,3                   | 0,4             | 0,3             |
| 5. Уровень шума                                         | 0,1          | 5              | 5               | 4               | 0,5                   | 0,5             | 0,4             |
| 6. Безопасность технологии                              | 0,1          | 5              | 3               | 4               | 0,5                   | 0,3             | 0,4             |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>      |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 1. Конкурентоспособность продукта                       | 0,1          | 5              | 5               | 4               | 0,5                   | 0,5             | 0,4             |
| 2. Цена                                                 | 0,1          | 5              | 4               | 3               | 0,5                   | 0,4             | 0,3             |
| <b>Итого</b>                                            | <b>1</b>     | <b>37</b>      | <b>31</b>       | <b>30</b>       | <b>4,6</b>            | <b>3,8</b>      | <b>3,6</b>      |

Б<sub>ф</sub> – сложные эфиры иминодиуксусной кислоты

Б<sub>к1,2</sub> – сложные эфиры нитрилтриуксусной кислоты, производные этилендиаминтетрауксусной кислоты, соответственно

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i$$

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

Конкурентоспособность (К1) заявленной технологии по отношению к первой:

$$K = \frac{K_{\phi}}{K_{\kappa 1}} = \frac{4,6}{3,8} = 1,21 > 1 \text{ конкурентноспособен}$$

Конкурентоспособность (K2) заявленной технологии по отношению ко второй:

$$K = \frac{K_{\phi}}{K_{\kappa 2}} = \frac{4,6}{3,6} = 1,28 > 1 \text{ конкурентноспособен}$$

Основными конкурентными преимуществами данного продукта является сравнительно высокий выход, а также меньшее время реакции и качество продукта.

### 4.1.3 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления. Причинно-следственная диаграмма по технологическому параметру «продукт плохого качества» представлена на рис.4.2. Этот показатель является наиболее важным как с технологической стороны, так и с экономической. Данная диаграмма помогает выявить основные причины возникновения проблем, анализ и структурирование процессов на предприятии, оценить причинно-следственные связи.

В ходе анализа диаграммы можно выявить основные причины нарушения технологии и проблемы при ее разработке со стороны инженеров и руководителей проекта.



Рисунок 4.2 – Диаграмма Исикава

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму (таблица 4.2), содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 4.2 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

| № п/п | Наименование                                                                     | Степень проработанности научного проекта | Уровень имеющихся знаний у разработчика |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.    | Определен имеющийся научно-технический задел                                     | 5                                        | 5                                       |
| 2.    | Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела | 4                                        | 3                                       |
| 3.    | Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке        | 1                                        | 2                                       |

|     |                                                                                   |    |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 4.  | Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок   | 4  | 4  |
| 5.  | Определены авторы и осуществлена охрана их прав                                   | 5  | 5  |
| 6.  | Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности                         | 4  | 3  |
| 7.  | Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта                                 | 2  | 2  |
| 8.  | Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки                        | 2  | 4  |
| 9.  | Определены пути продвижения научной разработки на рынок                           | 1  | 3  |
| 10. | Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки                       | 2  | 3  |
| 11. | Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок    | 2  | 3  |
| 12. | Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот | 5  | 5  |
| 13. | Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки            | 5  | 5  |
| 14. | Имеется команда для коммерциализации научной разработки                           | 4  | 4  |
| 15. | Проработан механизм реализации научного проекта                                   | 5  | 5  |
|     | <b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>                                                               | 51 | 56 |

Для характеристики готовности проекта к коммерциализации рассчитывается суммарное количество баллов по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i ,$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению,  $B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

#### **4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Одним из методов коммерциализации данного проекта является торговля патентными лицензиями, позволяющая передать право на производство органических лигандов на основе иминодиуксусной кислоты и циклических кетонов на лицензионной основе.

### **4.2 Инициация проекта**

Группа процессов инициации состоит из процессов, выполняющихся для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание, а также фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, взаимодействие которых будет влиять на общий результат научного проекта.

#### **4.2.1 Цели и результат проекта**

Под целями и результатами проекта подразумевается информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей, представленных в таблицах 4.3 и 4.4 соответственно.

Таблица 4.3 - Заинтересованные стороны проекта

| <b>Заинтересованные стороны проекта</b> | <b>Ожидания заинтересованных сторон</b>                                                                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Руководитель и исполнитель проекта      | Создание патента на основе разработки                                                                   |
| Фармацевтическое предприятие            | Использование запатентованного метода получения органических лигандов на основе иминодиуксусной кислоты |

Таблица 4.4 - Цели и результат проекта

|                                             |                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Цели проекта:</b>                        | Разработка нового, экологичного метода получения органических органических лигандов на основе иминодиуксусной кислоты |
| <b>Ожидаемые результаты проекта:</b>        | Патент на метод получения органических лигандов на основе иминодиуксусной кислоты                                     |
| <b>Критерии приемки результата проекта:</b> | Наличие патента на метод получения органических лигандов на основе иминодиуксусной кислоты                            |
| <b>Требования к результату проекта:</b>     | Высокий выход конечного продукта                                                                                      |
|                                             | Экономичное использование исходных соединений                                                                         |
|                                             | Разумное использование энергоресурсов, низкие температуры реакции                                                     |

#### 4.2.2 Организационная структура проекта

Таблица 4.5 - Рабочая группа проекта

| № п/п  | ФИО, основное место работы, должность         | Роль в проекте       | Функции                                                              | Трудо-затраты, час. |
|--------|-----------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1      | Юсубов М.С.,<br>НИ ТПУ,<br>Профессор          | Руководитель проекта | Контроль исполнения этапов проекта, консультации по вопросам проекта | 3540                |
| 2      | Кукурина О.С.,<br>НИ ТПУ,<br>к. х. н., доцент | Эксперт проекта      | Контроль исполнения этапов проекта, консультации по вопросам проекта | 3770                |
| 3      | Подрезов В.В.,<br>НИ ТПУ<br>Магистр           | Исполнитель проекта  | Выполнение проектных работ                                           | 3458                |
| 4      | Постников П.С.,<br>НИ ТПУ,<br>доцент          | Субподрядчик         | Снятие спектров ЯМР                                                  | 2750                |
| ИТОГО: |                                               |                      |                                                                      | 13518               |

#### 4.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 4.6 - Ограничения проекта

| Фактор                                            | Ограничения/ допущения                    |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 3.1. Бюджет проекта                               |                                           |
| 3.1.1. Источник финансирования                    | НИ ТПУ                                    |
| 3.2. Сроки проекта:                               |                                           |
| 3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом | 01.09.2015                                |
| 3.2.2. Дата завершения проекта                    | 30.05.2017                                |
| 3.3. Прочие ограничения и допущения*              | Время использования научного оборудования |

### 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

#### 4.3.1 Контрольные события проекта

Календарный план-график – это графическое изображение взаимосвязи событий и работ, имеющих место в процессе проведения исследований (Таблица 4.7).

Календарный план-график составляется с целью правильной организации и контроля выполнения работы, а также для рационального использования времени, отводимого на выполнение магистерской диссертации работы.

Таблица 4.7 – Контрольные события проекта

| № п/п | Контрольное событие                                  | Дата       | Результат (подтверждающий документ)                        |
|-------|------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|
| 1     | Разработка технического задания                      | 01.09.2015 | Техническое задание                                        |
| 2     | Выбор направления исследований                       | 01.10.2015 | Литературный обзор                                         |
| 3     | Теоретические и экспериментальные исследования       | 01.03.2017 | Результаты исследования                                    |
| 4     | Обобщение и оценка результатов                       | 01.04.2017 | Написание исследовательской части магистерской диссертации |
| 5     | Разработка технической документации и проектирование | 01.05.2017 | Магистерская диссертация                                   |
| 6     | Оформление магистерской диссертации                  | 19.06.2015 | Диплом магистра                                            |

### 4.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Таблица 4.8 - Календарный план проекта

| Код работы (из ИСР) | Название                                             | Длительность, дни | Дата начала работ | Дата окончания работ | Состав участников                                         |
|---------------------|------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1                   | Разработка технического задания                      | 30                | 01.09.2015        | 01.10.2015           | Юсубов М.С.                                               |
| 2                   | Выбор направления исследований                       | 20                | 10.09.2015        | 30.09.2015           | Юсубов М.С., Подрезов В.В.                                |
| 3                   | Теоретические и экспериментальные исследования       | 526               | 01.10.2015        | 30.03.2017           | Юсубов М.С., Кукурина О.С., Подрезов В.В., Постников П.С. |
| 4                   | Обобщение и оценка результатов                       | 40                | 01.03.2017        | 10.04.2017           | Юсубов М.С., Подрезов В.В.                                |
| 5                   | Разработка технической документации и проектирование | 50                | 01.04.2017        | 20.05.2017           | Юсубов М.С., Подрезов В.В.                                |
| 6                   | Оформление магистерской диссертации                  | 40                | 01.05.2017        | 10.06.2017           | Юсубов М.С., Подрезов В.В..                               |
| И т о г о:          |                                                      | 706               | 01.09.2015        | 13.06.2017           |                                                           |

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта (рисунок 4.4), на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

| Код<br>работы | Вид работы                                           | Исполнители                                 | Т <sub>к</sub> | Продолжительность выполнения работ |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
|---------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|------------------------------------|---|---|---------|---|---|-----|---|---|---------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|
|               |                                                      |                                             |                | Сен. 15                            |   |   | Окт. 15 |   |   | ... |   |   | Фев. 17 |   |   | Мар 17 |   |   | Апр. 17 |   |   | Май 17 |   |   | Июн 17 |   |   |
|               |                                                      |                                             |                | 1                                  | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1       | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 |
| 1             | Разработка технического задания                      | Руководитель 1                              | 30             |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
| 2             | Выбор направления исследований                       | Руководитель 1, исполнитель                 | 20             |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
| 3             | Теоретические и экспериментальные исследования       | Руководитель 1, Руководитель 2, исполнитель | 526            |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
|               |                                                      |                                             |                |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
|               |                                                      |                                             |                |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
| 4             | Обобщение и оценка результатов                       | Руководитель 1, исполнитель                 | 40             |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
|               |                                                      |                                             |                |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
| 5             | Разработка технической документации и проектирование | Руководитель 1, исполнитель                 | 50             |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
| 6             | Оформление магистерской диссертации                  | Руководитель 1, исполнитель                 | 40             |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |
|               |                                                      |                                             |                |                                    |   |   |         |   |   |     |   |   |         |   |   |        |   |   |         |   |   |        |   |   |        |   |   |

Рисунок 4.3 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

#### 4.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

##### 4.4.1 Сырье и материалы

В таблице 4.9 представлены расходы на приобретение реагентов с учетом транспортных расходов.

Таблица 4.9 – Сырье и материалы для проведения синтеза

Помимо субстратов для синтеза необходимо закупается лабораторное оборудование. Затраты на приобретение оборудования представлены в таблице 4.10

| Наименование                                                 | Марка, размер | Количество | Цена за единицу, руб. | Сумма, руб. |
|--------------------------------------------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|
| 1                                                            | 2             | 3          | 4                     | 5           |
| Ацетон                                                       | Х.ч.          | 3          | 46                    | 138         |
| Сульфат натрия                                               | Ч.            | 1          | 75                    | 75          |
| Ацетонитрил                                                  | Х.ч.          | 1          | 1322                  | 1322        |
| Метанол                                                      | Х.ч.          | 3          | 35                    | 105         |
| Йод                                                          | Ч.            | 1          | 486                   | 486         |
| Хлорид меди (I)                                              | Ч.            | 1          | 110                   | 110         |
| Перекись водорода                                            | Х.ч.          | 2          | 60                    | 120         |
| Гидрокарбонат натрия                                         | Ч.            | 1          | 221                   | 221         |
| Сульфит натрия                                               | Х.ч.          | 1          | 24                    | 24          |
| Циклогексанон                                                | Х.ч.          | 1          | 10                    | 10          |
| Гексан                                                       | Х.ч.          | 5          | 78                    | 390         |
| Соляная кислота                                              | Х.ч.          | 1          | 35,5                  | 35,5        |
| Хлористый метилен                                            | Х.ч.          | 4          | 60                    | 240         |
| Этанол                                                       | Х.ч.          | 1          | 120                   | 120         |
| Диэтилиминодиацетат                                          | Х.ч           | 1          | 8160                  | 8160        |
| Затраты с учетом транспортно-заготовительных расходов (3-5%) | 12008,34      |            |                       |             |

Таблица 4.10– Покупные изделия для проведения работ

| Наименование оборудования                    | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, руб. | Общая стоимость оборудования, руб. |
|----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Шпатель                                      | 1                          | 74                              | 74                                 |
| Воронка стеклянная                           | 5                          | 20                              | 100                                |
| Пластика для тонкослойной хроматографии      | 1                          | 2565                            | 2565                               |
| Цилиндр                                      | 2                          | 120                             | 240                                |
| Штатив                                       | 2                          | 1800                            | 1800                               |
| Колба круглодонная                           | 10                         | 97                              | 970                                |
| Стакан                                       | 4                          | 91                              | 364                                |
| Колба плоскодонная                           | 5                          | 65                              | 325                                |
| Палочки стеклянные                           | 10                         | 13                              | 130                                |
| Фильтр обеззоленный                          | 1                          | 33                              | 33                                 |
| Колба Бунзена                                | 1                          | 1168                            | 1168                               |
| Фильтр Шотта                                 | 3                          | 819                             | 2457                               |
| Термометр шлифованный                        | 1                          | 250                             | 250                                |
| Прямой холодильник                           | 1                          | 390                             | 390                                |
| Обратный холодильник                         | 1                          | 430                             | 430                                |
| Якорь д/магн. мешалки IKAFLON 10* (10мм-6мм) | 5                          | 250                             | 1250                               |
| ЯМР-ампула                                   | 100                        | 5262,27                         | 5262,27                            |
| <b>Итого</b>                                 |                            |                                 | <b>17808,27</b>                    |

#### 4.4.2 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяются по формуле:

$$E_{\text{ам}} = (\sum K_{\text{оби}} * H_{\text{ами}} * T_{\text{оби}}) / (365 * 100),$$

где  $K_{\text{оби}}$  – стоимость единицы прибора или оборудования, руб.;  $H_{\text{ами}}$  – норма амортизации прибора или оборудования, %;  $T_{\text{оби}}$  – время использования оборудования, дни.

Расчет суммы затрат на электроэнергию определяется по формуле:

$$E_{\text{э}} = \sum N_i * T_{\text{э}} * C_{\text{э}},$$

где  $N_i$  – мощность электроприборов по паспорту, кВт;  $T_{\text{э}}$  – время использования электрооборудования, час;  $C_{\text{э}}$  – цена одного кВт\*ч, руб.  $C_{\text{э}} = 2,17$  руб/ кВт\*ч.

Таблица 4.11 – Расчет затрат на спецоборудование

| Наименование оборудования                                       | К <sub>об</sub> ,<br>руб. | Т <sub>об</sub> ,<br>дни | Н <sub>ам</sub> ,<br>% | Н <sub>б</sub> ,<br>кВт | Е <sub>ам</sub> ,<br>руб. | Е <sub>з</sub> ,<br>руб |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| УФ-спектроскоп EN-280L                                          | 23500                     | 3                        | 11                     | 0,008                   | 21,25                     | 1,25                    |
| Хромато-масс спектрометр Agilent 5975C                          | 4700000                   | 3                        | 11                     | 2,45                    | 4249,32                   | 382,79                  |
| Весы аналитические HTR-120CE Shinko                             | 40120                     | 5                        | 8,8                    | 0,03                    | 48,36                     | 7,81                    |
| Испаритель ротационный типа RV-06ML1-BIKA                       | 149250                    | 5                        | 11                     | 1,03                    | 224,90                    | 268,21                  |
| Магнитное перемешивающее устройство Heidolph MR Hei-Tec Package | 8000                      | 30                       | 10,4                   | 0,6                     | 68,38                     | 937,44                  |
| <b>Итого</b>                                                    |                           |                          |                        |                         | <b>4612,21</b>            | <b>1597,5</b>           |

Итого 6209,71

#### 4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется, исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Таблица 4.12 - Расчет основной заработной платы

| Показатели<br>рабочего времени                              | Руководитель<br>1 | Исполнитель | Руководитель<br>2 | Субподрядчик |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|
| Календарное число<br>дней                                   | 365               | 365         | 365               | 365          |
| Количество нерабочих дней                                   |                   |             |                   |              |
| - выходные дни                                              | 58                | 58          | 58                | 58           |
| - праздничные дни                                           | 14                | 14          | 14                | 14           |
| Потери рабочего времени                                     |                   |             |                   |              |
| - отпуск                                                    | 48                | 48          | 48                | 48           |
| - невыходы по<br>болезни                                    | 0                 | 0           | 0                 | 0            |
| <b>Действительный<br/>годовой фонд<br/>рабочего времени</b> | <b>245</b>        | <b>245</b>  | <b>245</b>        | <b>245</b>   |

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

$$C_{ан} = Z_{осн} + Z_{дон},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_{\text{раб}},$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_{\text{раб}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \times M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.12).

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Заработная плата исполнителей НТИ

| Исполнитель                    | Категория | З <sub>б</sub> , руб. | k <sub>пр</sub> | k <sub>д</sub> | k <sub>р</sub> | З <sub>м</sub> , руб | З <sub>дн</sub> , руб | Т <sub>р</sub> , раб. дн. | З <sub>осн</sub> , руб. |
|--------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Руководитель 1 (Юсубов М.С)    | Профессор | 33162,87              | 0,3             | 0,2            | 1,3            | 64667,6              | 2745,07               | 30                        | 82352,1                 |
| Руководитель 2 (Кукурина О.С.) | Доцент    | 23264,86              | 0,3             | 0,2            | 1,3            | 45366,48             | 1925,76               | 30                        | 57772,8                 |
| Субподрядчик (Постников П.С.)  | Доцент    | 20099,86              | 0,3             | 0,2            | 1,3            | 39194,73             | 1663,78               | 30                        | 49913,4                 |
| <b>Итого</b>                   |           |                       |                 |                |                |                      |                       |                           | <b>190038,3</b>         |

#### 4.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{дон} = k_{дон} \times З_{осн}$$

где  $k_{дон}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12).

Таблица 4.14– Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата          | Руководитель 1 (Юсубов М.С) | Руководитель 2 (Кукурина О.С.) | Субподрядчик (Постников П.С.) |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Основная зарплата         | 82352,1                     | 57772,8                        | 49913,4                       |
| Дополнительная зарплата   | 9882,25                     | 6932,74                        | 5989,61                       |
| По статье С <sub>ап</sub> | 92234,35                    | 64705,54                       | 55903,01                      |
| <b>Итого</b>              | <b>212842,9</b>             |                                |                               |

#### 4.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.;  $k_{внеб} = 0,3$ ).

Таблица 4.15 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Налогоплательщик                  | Основная<br>заработная<br>плата,<br>руб. | Дополнительная<br>заработная плата,<br>руб | Отчисления во<br>внебюджетные фонды,<br>руб. |
|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Руководитель 1<br>(Юсубов М.С.)   | 82352,1                                  | 9882,25                                    | 27670,31                                     |
| Руководитель 2<br>(Кукурина О.С.) | 57772,8                                  | 6932,74                                    | 19411,66                                     |
| Субподрядчик<br>(Постников П.С.)  | 49913,4                                  | 5989,61                                    | 16770,90                                     |
| <b>ИТОГО</b>                      | <b>63852,87</b>                          |                                            |                                              |

#### 4.4.6 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками).

В данной работе отсутствуют когерентные расходы.

#### 4.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи                                 | Сумма,<br>руб. | Примечание               |
|-----------------------------------------------------|----------------|--------------------------|
| 1. Сырье и материалы для проведения синтеза         | 12008,34       | Таблица 4.9              |
| 2. Покупные изделия для проведения работ            | 17808,27       | Таблица 4.10             |
| 3. Расчет затрат на спецоборудование                | 6209,71        | Таблица 4.11             |
| 4. Заработная плата исполнителей НТИ                | 190038,3       | Таблица 4.13             |
| 5. Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ | 212842,9       | Таблица 4.14             |
| 6. Отчисления во внебюджетные фонды                 | 63852,82       | Таблица 4.15             |
| 7. Контрагентские расходы                           | 0              |                          |
| 8. Накладные расходы                                | 83224,27       | 16 % от суммы<br>ст. 1-7 |
| 9. Бюджет затрат НТИ                                | 585984,61      | Сумма ст. 1-8            |

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

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

#### 4.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{585984,61}{593172,44} = 0,97$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{593172,44}{593172,44} = 1$$

$$I_{\Phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{588586,46}{593172,44} = 0,99$$

где  $I_{\Phi}^p$  – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Таблица 4.17 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки

| Наименование статьи                      | Аналог 1 | Аналог 2 |
|------------------------------------------|----------|----------|
| 1.Материальные затраты НТИ               | 14158,23 | 15864,57 |
| 2. Покупные изделия для проведения работ | 17986,66 | 20236,85 |
| 3.Расчет затрат на спецоборудование      | 8523,21  | 6520,11  |

|                                                    |           |           |
|----------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 4.Заработная плата исполнителей НТИ                | 190038,3  | 190038,3  |
| 5.Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ | 212842,9  | 212842,9  |
| 6.Отчисления во внебюджетные фонды                 | 63852,82  | 63852,82  |
| 7.Контрагентские расходы                           | 0         | 0         |
| 8.Накладные расходы                                | 81184.34  | 81816,888 |
| 9.Бюджет затрат НТИ                                | 588586,46 | 593172,44 |

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы, то есть наша разработка обладает наименьшей стоимостью по сравнению с аналогами.

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p,$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии                                                         | Весовой коэффициент параметра | Текущий проект | Аналог 1 | Аналог 2 |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------|----------|
| Способствует росту производительности труда                      | 0,10                          | 5              | 4        | 3        |
| Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,20                          | 4              | 3        | 4        |

|                    |      |    |    |    |
|--------------------|------|----|----|----|
| Помехоустойчивость | 0,15 | 5  | 3  | 3  |
| Энергосбережение   | 0,20 | 5  | 3  | 2  |
| Надежность         | 0,20 | 4  | 4  | 5  |
| Материалоемкость   | 0,15 | 5  | 4  | 3  |
| ИТОГО              | 1    | 28 | 22 | 20 |

$$I_{pm}=0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,20 \cdot 5 + 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,6$$

$$I_{am1}=0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,20 \cdot 3 + 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,45$$

$$I_{am2}=0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,20 \cdot 2 + 0,20 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 3,4$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p},$$

$$I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{5,54}{3,45} = 1,6$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} = \frac{5,54}{3,74} = 1,5$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{мэ}^p$  – интегральный показатель разработки;  $I_{мэ}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 4.19 – Сравнительная эффективность разработки

| Показатели                                              | Аналог1 | Аналог2 | Разработка |
|---------------------------------------------------------|---------|---------|------------|
| Интегральный финансовый показатель разработки           | 0,99    | 1       | 0,97       |
| Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 3,45    | 3,4     | 4,60       |
| Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 1,6     | 1,5     |            |

Аналог 1 – Сложные эфиры нитрилотриуксусной кислоты;

Аналог 2 – Производные этилендиаминтетрауксусной кислоты;

Вывод: был проведен предпроектный анализ, описана инициализация проекта, спланировано управление НТП, разработка является конкурентоспособной, обладает средней перспективностью, а также определен бюджет НТИ, который составил 585984,61. руб.