

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье
УДК 547.814.5.056

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Воронова Олеся Александровна	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Криницына Зоя Васильевна	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Михеева Елена Валентиновна	К.Х.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП 18.03.01 (бакалавр)
 направление «Химическая технология»
 специальность «Химические технологии в биологии и медицине»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владение пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и

	угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
ДПК(У)-1	Способность планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов.
ДПК(У)-2	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
 Уровень образования: бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии
 Период выполнения: весенний семестр 2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2022	Выполнение серии экспериментов	30
11.04.2022	Обзор литературных данных	20
25.04.2022	Разработка раздела «Социальная ответственность»	10
01.05.2022	Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.05.2022	Обработка полученных данных	30

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Воронова Олеся Александровна	К.Х.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	К.Х.Н.		

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
 Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Михеева Е.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Д83	Драморецкой Яне Сергеевне

Тема работы:

Исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 95-70/с от 05.04.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: растительное сырье Предмет исследования: исследование влияния способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье Исследовать влияние способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор литературных данных по тематике научно-исследовательской работы. Проведение серии экспериментов для достижения цели исследования. Анализ, обработка и обсуждение результатов проведенных исследований. Анализ экономической привлекательности, ресурсоэффективности и ресурсосбережения работы. Анализ рисков и опасностей проведения исследования и составление перечня нормативных документов для их регулирования. Обобщение результатов и формулирование выводов по итогам проделанной работы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

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

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Воронова Олеся Александровна	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 443916,57 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 255939,76 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4,75 баллов из 5.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей результатов исследования; проведение анализа конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения исследования; составление бюджета исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет сравнительной эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

Тема ВКР:

Исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> экстракция флавоноидов из растительного сырья. <i>Область применения:</i> медицина, фармацевтическая, косметическая и парфюмерная промышленность. <i>Рабочая зона:</i> лабораторные помещения физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 213 и 223 аудитории; <i>Размеры помещений:</i> площади 30,5 м ² и 285,4 м ² . <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> компьютер, спектрофотометр, УЗ-ванна. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> хранение и подготовка объектов исследования, спектрофотометрическое определение образцов, работа за компьютером.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны – аналитических лабораторий физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 213 и 223 аудитории:</i> - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); - ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; - ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. - ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
2. Производственная безопасность при эксплуатации: – Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов; – Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.	<i>Опасные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015:</i> 1. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека. 2. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает рабочий. <i>Вредные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015:</i> 1. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека; 2. Отклонение показателей микроклимата помещения;

	3. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Повышенный уровень шума; 6. Длительное сосредоточенное наблюдение; 7. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 8. Статические перегрузки. <i>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от потенциально опасных и вредных факторов:</i> 1. Коллективные: вентиляция, осветительные приборы, изолирующие устройства и покрытия, знаки безопасности. 2. Индивидуальные: специальная одежда, перчатки, респиратор. В лабораторных помещениях должны быть предусмотрены требования СанПиН 2.2.4.548-96 и ГОСТ 12.1005 – 88 (2000).
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<i>Воздействие на атмосферу:</i> вредные вещества, которые выделяются через вентиляционную систему во время проведения серии экспериментов; <i>Воздействие на гидросферу:</i> химическое и биологическое загрязнение водных стоков в результате удаления неорганических и органических отходов в канализационную сеть. <i>Воздействие на селитебную зону:</i> не выявлено. <i>Воздействие на литосферу:</i> не выявлено.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<i>Возможные ЧС:</i> – Природные, связанные с проявлением стихийных сил природы (землетрясения, вулканы, цунами, бури и т.д.); – Техногенные, связанные с техническими объектами (пожар, взрывы, обрушение зданий, выброс радиоактивных веществ и т.д.); – Экологические, связанные с аномальными изменениями биосферы и природной среды (опустынивание, деградация почвы, загрязнение среды, разрушение озонового слоя и т.д.); <i>Наиболее типичные ЧС:</i> попадание кислоты или щелочи на кожу или в глаза; выделение или образование едких, ядовитых, огне- или взрывоопасных веществ.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д83	Драморецкая Яна Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 106 страниц, 29 рисунков, 32 таблицы, 40 источников.

Ключевые слова: флавоноиды, рутин, ультразвуковая экстракция, УФ-спектрофотометрия, кипрей узколистный, галега лекарственная, манжетка обыкновенная, ортилия однобокая.

Объектом исследования является: экстракция флавоноидов из растительного сырья.

Целью работы является исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье и оценка влияния ультразвуковой обработки на выделение БАВ с последующим количественным определением суммарного содержания флавоноидов в полученных экстрактах.

В процессе эксперимента проводилось определение суммарного количества флавоноидов в растительном сырье методом спектрофотометрии.

В результате исследования была произведена оценка влияния ультразвуковой обработки на выделение флавоноидов из растительного сырья.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: научно-исследовательская работа проводилась в аналитической физико-химической лаборатории ОХИ ИШПР ТПУ, оснащённой всем необходимым для исследования оборудованием.

Степень внедрения: работа находится на стадии исследований.

Область применения: химическая промышленность, медицина, фармацевтическая, косметическая и парфюмерная промышленности.

Экономическая эффективность/значимость работы: использование эффективной технологии извлечения флавоноидов из растительного сырья.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	16
1.1 Флавоноиды. Биологическая роль и локализация в растениях	16
1.2. Классификация флавоноидов.....	19
1.3 Физико-химические свойства флавоноидов.....	26
1.4 Методы выделения флавоноидов	27
1.5 Методы идентификации флавоноидов.....	28
1.5.1 Качественные реакции и хроматография	28
1.5.2 Ультрафиолетовая спектрофотометрия	30
1.5.3 Инфракрасная спектроскопия	31
1.5.4 ЯМР-спектроскопия.....	32
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	33
2.1 Приборы, материалы, реактивы	33
2.2 Подготовка к выполнению измерений.....	33
2.3 Методика проведения эксперимента	34
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	35
3.1 Спектрофотометрическое определение флавоноидов.....	35
3.2 Влияние концентрации экстрагента на содержание флавоноидов	38
3.3 Влияние времени УЗ-обработки на содержание флавоноидов	41
3.4 Сравнение метода получения растительных экстрактов	43
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	46
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	48
4.1.3 SWOT-анализ.....	49
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	54
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	54

4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	56
4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	57
4.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	64
4.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования	64
4.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научно-технического исследования.....	66
4.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	69
4.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	71
4.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	72
4.3.6	Накладные расходы	73
4.3.7	Формирование бюджета затрат научно-технического исследования	73
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	74
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕСТВЕННОСТЬ.....	78
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	79
5.1.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей нормы) правовые нормы трудового законодательства	79
5.1.2	Организационные предприятия при компоновке рабочей зоны.....	81
5.2	Профессиональная социальная безопасность	82
5.2.1	Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	83
5.2.2	Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	84
5.3	Экологическая безопасность.....	92
5.3.1	Анализ возможного влияния объекта на окружающую среду.....	92
5.3.2	Анализ влияния процесса на окружающую среду	92
5.3.3	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	93
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
5.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследования.....	95

5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при всем многообразии лекарственных форм препараты из лекарственного растительного сырья занимают значительное место в фармацевтическом ассортименте. Фитопрепараты играют важную роль в медицине и лечебной практике. Применение данного вида лекарственных средств способствует сохранению здоровья населения, в результате чего улучшается качество и увеличивается продолжительность жизни людей [1].

При изготовлении фитопрепаратов применяются различные технологии экстракции полезных веществ из тканей растений, от которых в значительной степени зависит не только степень извлечения целевых компонентов, но и, как следствие, качество растительных экстрактов. Именно поэтому необходимость исследования влияния способа экстракции на содержание полезных веществ в растительном сырье является актуальной задачей [1].

Самая многочисленная и широко распространенная в растениях группа соединений имеет название флавоноиды и представляет собой биологически активные соединения полифенольной природы, содержащие в своей структуре фрагмент дифенилпропана. Данные соединения имеют растительное происхождение и в их основе лежат молекулы 2-фенилхромана (флавана) или 2-фенилхромона (флавона).

Благодаря широкому спектру своих свойств и участию во многих процессах, протекающих в организме, таких как проявление антиоксидантной активности, снижение свертываемости крови, уменьшение ломкости и проницаемости капилляров, улучшение обменных процессов, флавоноиды получили огромный интерес и значимость в народной и классической медицине.

Таким образом, цель данной работы заключается в исследовании способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать различные технологии извлечения полезных веществ из тканей растений;

2. Провести анализ существующих методов экстракции флавоноидов из растительного сырья;

3. Приготовить экстракты из соответствующего растительного сырья и определить суммарное содержание флавоноидов методом спектрофотометрии;

4. Провести ультразвуковую обработку экстрактов и осуществить количественное определение исследуемых веществ спектрофотометрически.

Практическая значимость данной работы заключается в определении суммарного содержания флавоноидов в растительном сырье и в оценке влияния ультразвукового облучения на процесс экстракции.

Личным вкладом автора можно считать изучение и обработку литературных данных по различным технологиям извлечения полезных веществ из тканей растений, а также проведение экспериментов и опытов, анализ полученных данных и обсуждение результатов.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Флавоноиды. Биологическая роль и локализация в растениях

Флавоноиды являются многочисленной группой природных биологически активных соединений, которые в основе своей структуры имеют два бензольных кольца, соединенных между собой так называемым пропановым мостиком ($C_6-C_3-C_6$). Данные соединения представляют чаще всего производные флавана или флавонона – соединений, тривиальные названия которых 2-фенилхроман и 2-фенилхромона соответственно [1].

Флавоноиды в определенных количествах содержатся почти во всех растениях. Особенно богатыми на наличие флавоноидами можно считать цветковые растения, которые относятся к следующим семействам, как розоцветные, бобовые, сложноцветные, гречишные, губоцветные, споровые. В значительно меньших количествах данные соединения могут встречаться в водорослях и грибах.

Локализация флавоноидов происходит, главным образом, в таких частях растений, как цветки, листья, плоды, реже встречаются в стеблях и подземных органах. Большинство полифенольных соединений присутствует в растениях в виде гликозидов, растворенных в клеточном соке [2].

На накопление флавоноидов в растениях влияют определенные факторы:

- возраст и фаза развития растений. Самое большое количество флавоноидов зафиксировано у растений именно в фазе цветения, в то время как во время плодоношения их содержание значительно снижается.

- влияние окружающей среды. Такие показатели, как условия микроклимата (свет, температура воздуха, температура почвы, влажность и др.), характеристика почв, климатическая зона и прочее вносят значительный вклад в процесс накопления флавоноидов. К примеру, в южных и высокогорных районах содержание флавоноидов в растениях, произрастающих при большом количестве света и на богатых почвах, увеличивается.

Существует два основных биосинтетических пути, в результате которых образуются соединения полифенольной природы [3]:

1. Шикиматный путь, в процессе осуществления которого участвует шикимовая кислота;
2. Ацетатно-малонатный путь, в котором участвует малоновая кислота и образуются промежуточные соединения с остатком уксусной кислоты.

Синтез флавоноидов осуществляется комбинированным способом: кольцо В и трехуглеродный фрагмент образуются по шикиматному пути, а кольцо А флавоноидов – по ацетатно-малонатному [2].

Шикиматный путь биосинтеза соединений полифенольной природы представлен на рисунке 1 и заключается в следующем. Первым элементом цепи превращений является шикимовая кислота, которая в ходе нескольких последовательных химических реакций переходит в двухосновную префеновую кислоту. Это ключевое промежуточное вещество подвергается элиминированию молекулы углекислого газа одновременно с введением аминогруппы в структуру соединения. В результате образуется ароматическая альфа-аминокислота – тирозин, дезаминирование которой приводит к п-кумаровой кислоте, обозначающей структурный фрагмент – C_3-C_6 [3].

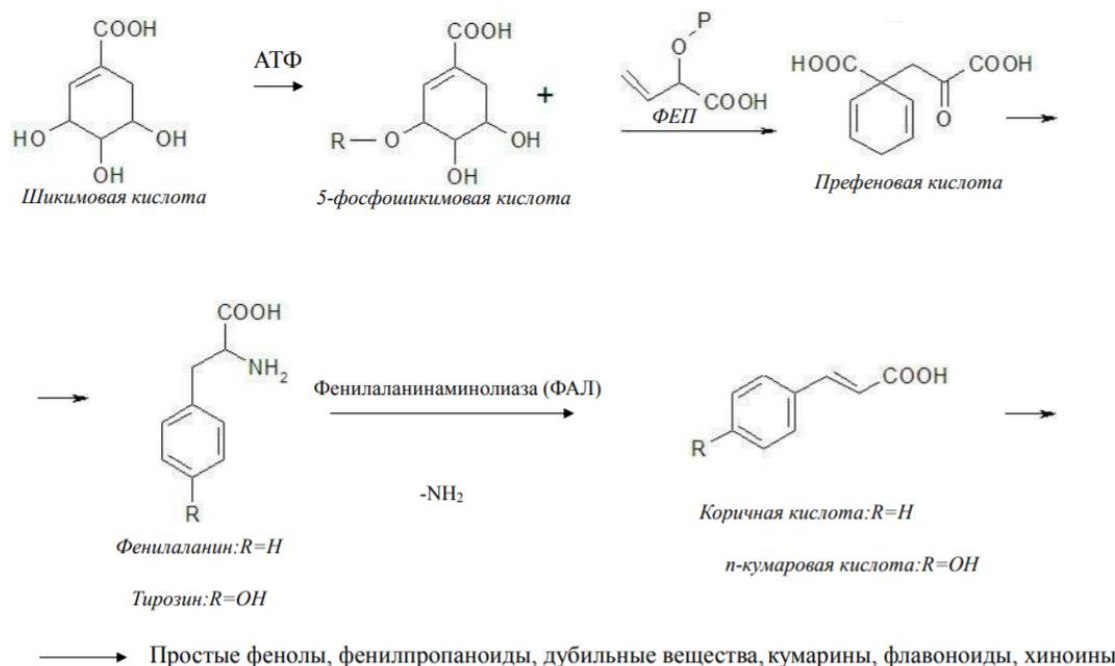


Рисунок 1 – Механизм синтеза флавоноидов по шикиматному пути [3]

Ацетатно-малонатный путь биосинтеза полифенольных соединений происходит по следующей схеме (рисунки 2-4). Полимеризация уксусной кислоты в триуксусную происходит при наличии фермента коэнзима А, в результате чего последовательно образуются два промежуточных продукта – ацетил-коэнзим А и малонил-коэнзим А. Полученная триуксусная кислота вступает в реакцию с п-кумаровой кислотой, образуя халкон посредством совместной конденсации и изомерного превращения кетоформ [3].

Халкон – это отличный «материал» для образования флавоноидных соединений, поскольку окисленные формы халкона способствуют получению флавонолов и флавонов, а восстановленные формы могут быть представлены лейкоантоцианидинами, антоцианидинами и катехинами.



Рисунок 2 – Образование коричной кислоты [3]

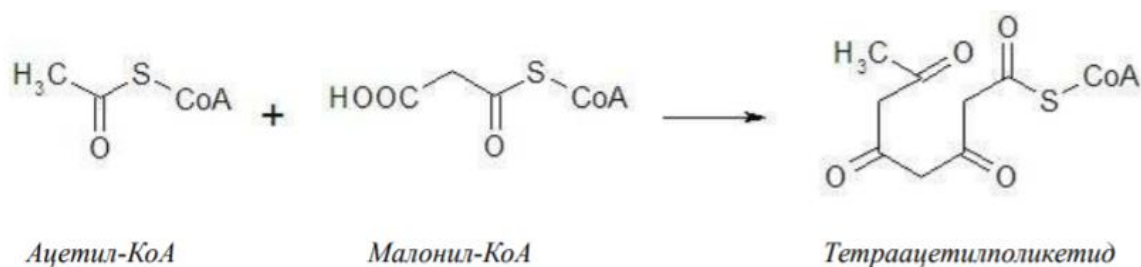


Рисунок 3 – Образование тетраацетилполикетид [3]

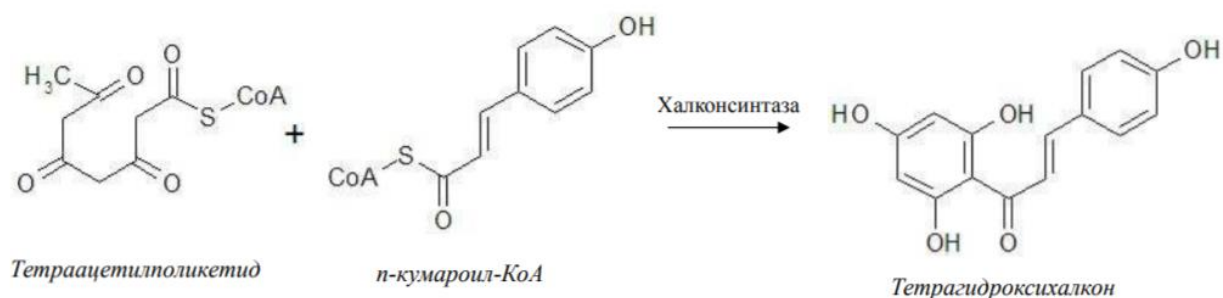


Рисунок 4 – Образование флавоноида (халкон-синтазная реакция) [3]

Значение флавоноидов в жизнедеятельности растений сложно переоценить. Данные соединения, представляя собой группу определенных пигментов, определяют конкретную окраску различных частей растений. Помимо этого, они выполняют роль светофильтров, защищая ткани растений от отрицательного воздействия ультрафиолетовых лучей. Флавоноиды принимают участие в процессе дыхания и фотосинтеза растений, являясь транспортерами водорода в дыхательной цепи митохондрий растительной клетки [4].

1.2. Классификация флавоноидов

Классификация флавоноидов базируется на различиях в структуре трех углеродных атомов, которые соединяют кольца. На схеме, представленной на рисунке 5, данные атомы углерода обозначены номерами 2,3 и 4. Отличительными особенностями этих атомов являются возможность образования/присутствия двойной связи, присоединение гидроксильной или карбонильной групп, а также способность образовывать пяти- или шестичленное гетероциклическое углеродное кольцо [5].

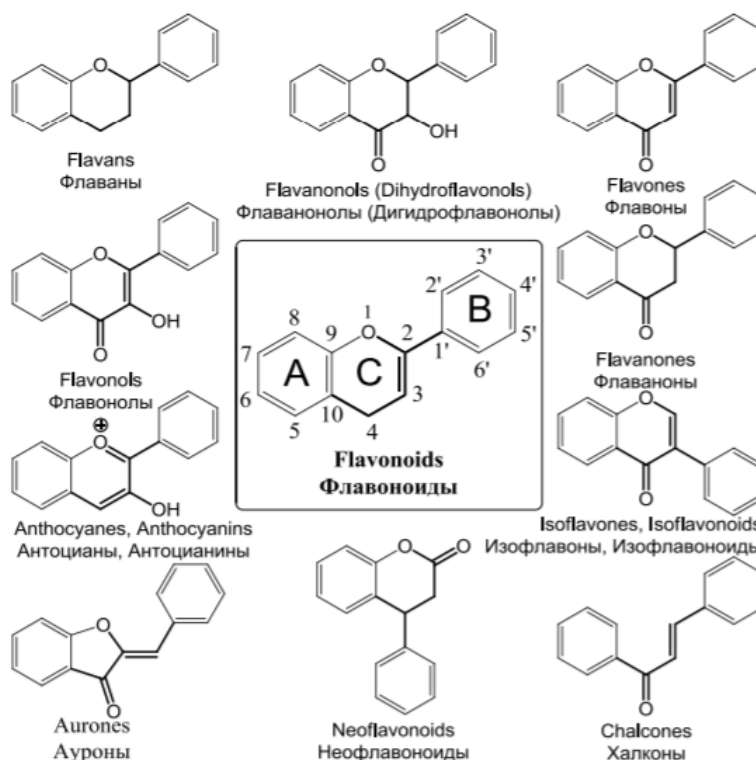


Рисунок 5 – Классификация флавоноидных соединений [5]

1. В соответствии с местом присоединения бокового фенильного радикала флавоноиды целесообразно разделять на 4 группы [3]:

- Собственно флавоноиды или эуфлавоноиды, которые являются наиболее многочисленной группой полифенольных соединений. Здесь боковой фенильный радикал присоединяется к атому углерода в положении 2.

- Изофлавоноиды – соединения, в которых боковой фенил-радикал присоединяется к углероду в положении 3. Известно около 60 соединений, характерных, по большей части, для представителей семейства бобовых.

- Неофлавоноиды представляют собой соединения, где боковой фенильный радикал присоединяется к углеродному атому в положении 4. Является малоизученной группой полифенольных соединений, обнаружены только в представителях семейств зверобойных, бобовых и мареновых.

- Выделяют также другие классы флавоноидов, такие как ксантоны, кумарофлавоноиды, флаволигнаны, бифлавоноиды, которые обладают высокой биологической активностью и представляют широкий интерес для изучения.

Флаволигнаны, флавонолигнаны и флаванолигнаны образуются в ходе реакции окисления, протекающей между флавоноидами и коричневыми спиртами. Первый представитель данной группы – силибин – был выделен из растительного сырья в 1964 году (рисунок 6).

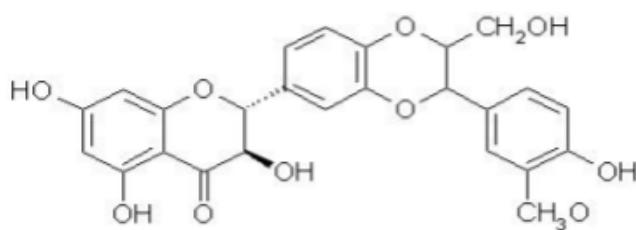
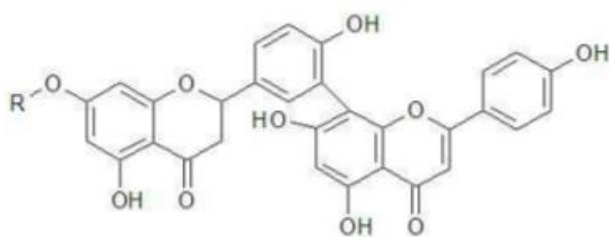


Рисунок 6 – Структурная формула силибина [5]

Бифлавоноиды характеризуются различным сочетанием молекул, их структурой, а также характером связи между ними. К данному классу относятся такие соединения, как димеры катехина, биапигенин, аментофлаван, гинкгетин и другие (рисунок 7).



Аментофлавон: R=H

Гинкгетин: R=CH₃

Рисунок 7 – Структурные формулы представителей бифлавоноидов [5]

2. В зависимости от степени окисленности пропанового фрагмента класс эуфлавоноидов делят на восстановленные и окисленные формы. Восстановленные, которые являются производными флавана, подразделяются на пять основных групп.

– Катехин или флаван-3-ол, изображенный на рисунке 8, представляет собой бесцветное вещество, которое обладает оптической активностью и легко окисляется, приобретая розовую или красную окраску. Оптические изомеры катехина проявляют разное биологическое действие и обладают отличными друг от друга физическими свойствами [4].

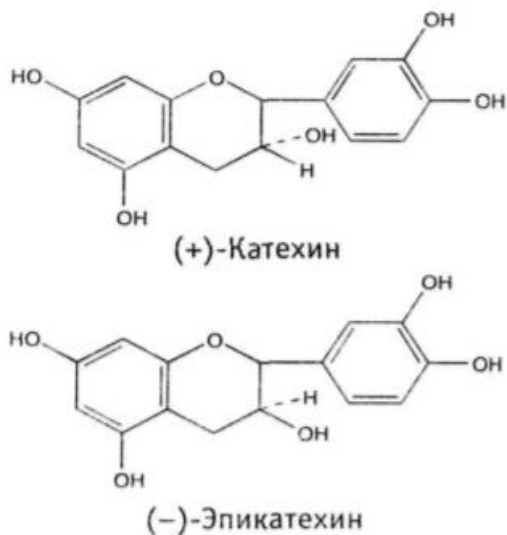


Рисунок 8 – Структурные формулы катехина и эпикатехина [5]

– Лейкоантоцианидины или флаван-3,4-диолы (рисунок 9) являются соединениями без цвета, которые приобретают оттенок в результате химических

реакций. Так, в результате реакции взаимодействия данных веществ с кислотами при нагревании образуется осадок цианидина красного цвета [4].

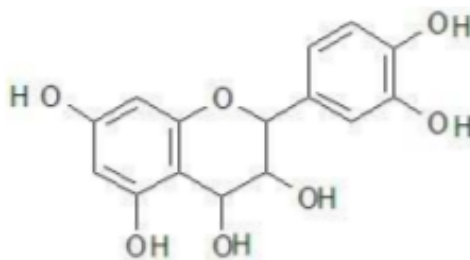


Рисунок 9 – Структурная формула лейкоцианидина [5]

– Антоцианидины – это соединения, в структуре которых есть свободная вакантная орбиталь, благодаря чему они имеют положительный заряд и могут выступать в качестве катионов и анионов в разных средах. Основными представителями класса являются цианидин, дельфинидин и мальвидин, представленные на рисунке 10.

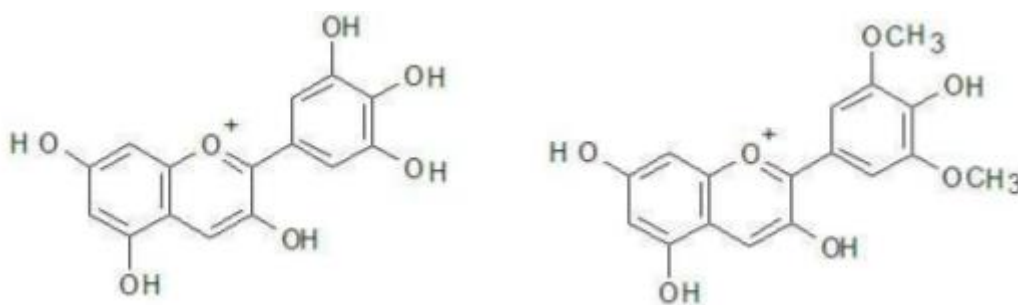


Рисунок 10 – Структурные формулы дельфинидина (слева) и мальвидина (справа) [5]

– Флаваноны представляют собой бесцветные соединения полифенольной природы, в структуре которых есть один ассиметрично расположенный углеродный атом. Типичными представителями данной группы являются пиноцембрин, эриодиктиол, пиностробин, гесперетин, нарингенин и другие (рисунок 11) [5].

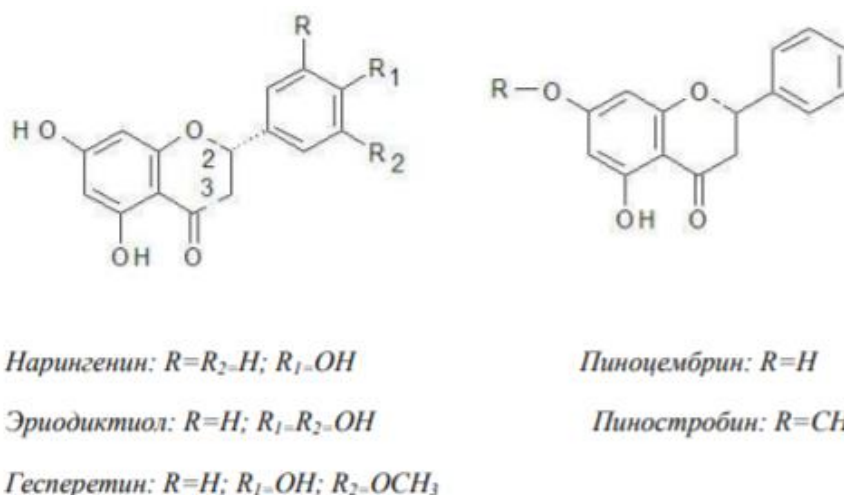


Рисунок 11 – Структурные формулы некоторых флаванонов [5]

– Флаванолы – это вещества без цвета, в структуре которых находится два асимметрических углеродных атома. К данной группе относятся такие соединения, как дигидрокемпферол, таксифолин, пинобанксин, представленные на рисунке 12.

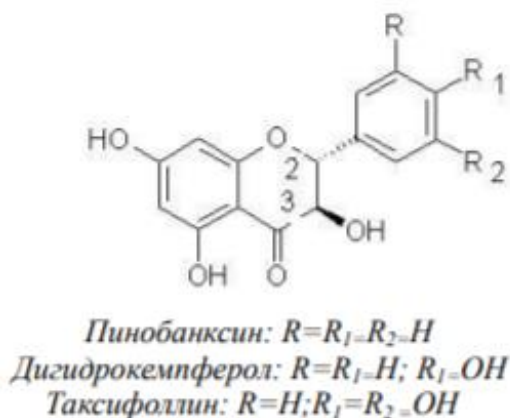


Рисунок 12 – Структурные формулы некоторых флаванолов [5]

Собственно флавоноиды, представленные в окисленных формах, подразделяются на две группы [4]:

– Флавоны – это полифенольные соединения, которые представляют собой α , β -ненасыщенные гетероциклические кетоны, наличие которых способствует желто-зеленой окраске растений. Суммарное содержание данных веществ в растительном сырье можно определить спектрофотометрически по наличию пиков в определенном диапазоне длин волн. Типичными

представителями данной группы считаются хризин, апигенин, акацетин, лютеолин, диосметин, хризоеериол, диуретин и трицин, представленные на рисунке 13.

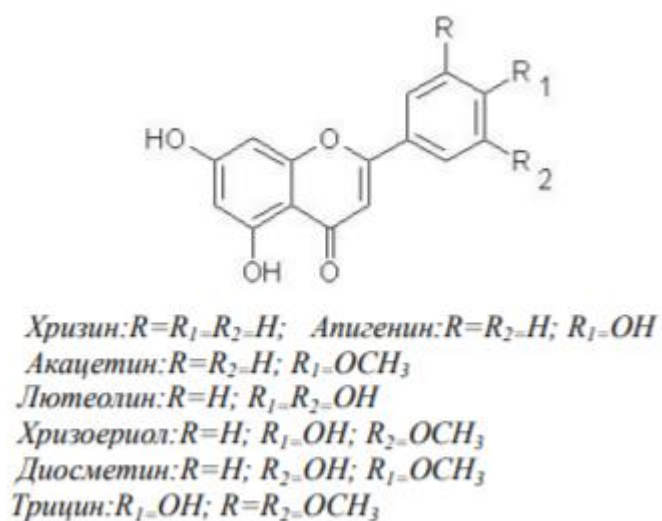


Рисунок 13 – Структурные формулы некоторых представителей флавонов [5]

Флавонолы – это окрашенные флавоноидные соединения, количественное определение которых в растительном сырье также возможно благодаря методу ультрафиолетовой спектрофотометрии. Распространенными агликонами флавонолов являются галангин, кемпферол, кверцетин, изорамнетин, мирицетин, гербацетин (рисунок 14).

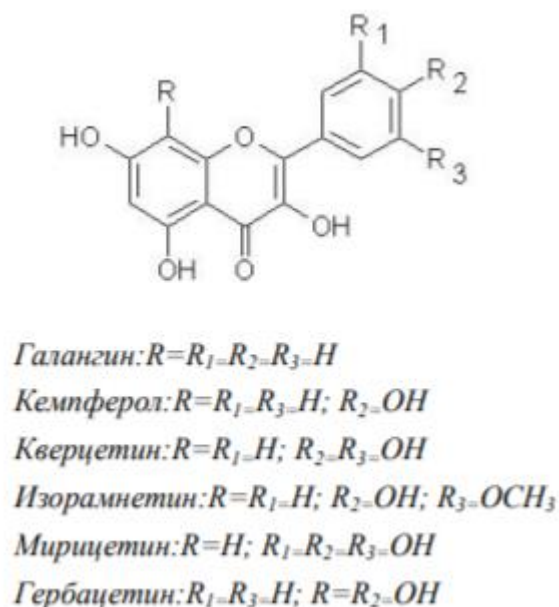
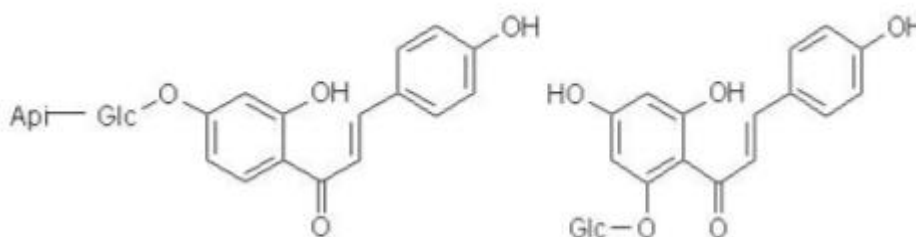


Рисунок 14 – Структурные формулы некоторых флавонов [5]

3. Также выделяют группы флавоноидов с разорванным и пятичленным гетероциклами:

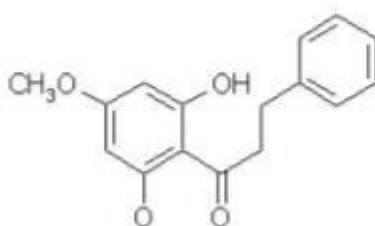
– Халконы и дигидрохалконы (рисунки 15, 16) – это соединения полифенольной природы, структура которых отличается от других флавоноидов наличием раскрытого пиранового кольца. В кислой среде халконы превращаются в соответствующие флаваноны. Наиболее распространенными халконами считаются ликуразид и изосалипурпозид [4].



Ликурозид: корни солодки

Изосалипурпозид: цветки бессмертника песчаного

Рисунок 15 – Структурные формулы некоторых халконов [5]



2',6'-дигидрокси-4'-метоксидигидрохалкон: почки тополя

Рисунок 16 – Структурная формула дигидрохалкона [5]

– Ауроны – это флавоноиды с пятичленным гетероциклом. Наиболее часто встречаются у семейств сложноцветных и бобовых. Основной представитель класса – сульфуретин – представлен на рисунке 17.

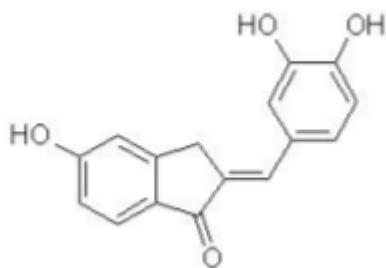


Рисунок 17 – Структурная формула сульфуретина [5]

1.3 Физико-химические свойства флавоноидов

Флавоноиды представляют собой гетероциклические кристаллические окрашенные соединения, которые имеют определенную температуру плавления в зависимости от класса. Цветовая гамма данных веществ находится в широком диапазоне – от желто-зеленых (характерных для флавонов и флавонолов) до красных (аурины, антоцианы) и синих оттенков (антоцианы). Окраска соединений полифенольной природы обусловлена наличием в структуре хромофорных групп, которые отвечают за определенный пигмент. Однако существуют флавоноиды, в которых данные группы отсутствуют и, соответственно, они не имеют цвета. К ним относятся изофлавоны, флаванолы, катехины и флаваноны [6].

Растворимость полифенольных соединений довольно обширна. Агликоны флавоноидов, как правило, хорошо растворимы в этиловом эфире, ацетоне, различных спиртах и практически не растворяются в воде.

Монозиды, биозиды, дигликозиды относятся к гликозидам флавоноидных соединений и имеют схожую растворимость. Основные растворители данных веществ – различные спирты и смеси спиртов, кетоны, эфиры (в частности, этилацетат) [7].

Гликозиды флавоноидов, содержащие в молекуле 3 и более моносахаридных остатка хорошо растворимы в воде, частично – в водных спиртах, но не растворяются в спиртах больших концентраций, а также в хлороформе и эфирах [7].

У агликонов и гликозидов флавоноидов отсутствует запах, однако некоторым присущ горький вкус. Большинство флавоноидных соединений и их гликозидов являются оптически активными веществами, что широко используется в количественном химическом и фармацевтическом анализе лекарственных средств и фитопрепаратов [8].

Способность к кислотному и ферментативному гидролизу является важной характеристикой гликозидов, которая активно используется в промышленности.

1.4 Методы выделения флавоноидов

Выделение полифенольных соединений осуществляют при помощи экстракции растительного материала различными экстрагентами, в роли которых, как правило, выступают этиловый, метиловый или водный спирты разной концентрации.

Спиртовое или водно-спиртовое извлечение упаривают, добавляя к остатку горячую воду, охлаждают полученный экстракт и удаляют неполярные соединения, такие как хлорофилл, эфирное масло, каротиноиды, жиры, смолы и другие, при помощи четыреххлористого углерода или хлороформа. Флавоноиды из водной фазы извлекают последовательно этиловым эфиром для выделения агликонов, этилацетатом для получения в основном монозидов, н-бутанолом для извлечения биозидов и дигликозидов [9].

Разделение флавоноидных соединений осуществляют на хроматографических колонках, которые заполняют различными пористыми и непористыми сорбентами для соответствующего растительного материала. Разделяемые вещества элюируют чистым хлороформом, а также хлороформом в сочетании с этанолом и метанолом в различных соотношениях [10].

Индивидуальные соединения полифенольной природы выделяют из общей смеси различными физико-химическими (перекристаллизация, рехроматография) и специфическими методами, а также их комбинациями.

1.5 Методы идентификации флавоноидов

Идентификация флавоноидов осуществляется на основании физико-химических свойств данных соединений. Так, с целью определения полифенольных соединений проводят измерение температуры плавления, удельного вращения гликозидов, а также сравнивают УФ-, ИК-, ПМР-, масс-спектры со спектрами уже известных образцов при помощи специальных баз данных [11].

1.5.1 Качественные реакции и хроматография

Химические методы анализа используются для обнаружения и соединений в результате их взаимодействия с определенными реагентами. Так, для идентификации разных классов и отдельных представителей флавоноидных соединений проводят качественные реакции.

1. Флавоны, флавонолы и флавононы можно обнаружить в результате протекания химической реакции с так называемой пробой Шинода. Данные соединения, взаимодействуя с магнием в кислой среде концентрированной HCl, восстанавливаются до антоцианидинов с образованием красно-оранжевых растворов (рисунок 18) [1].

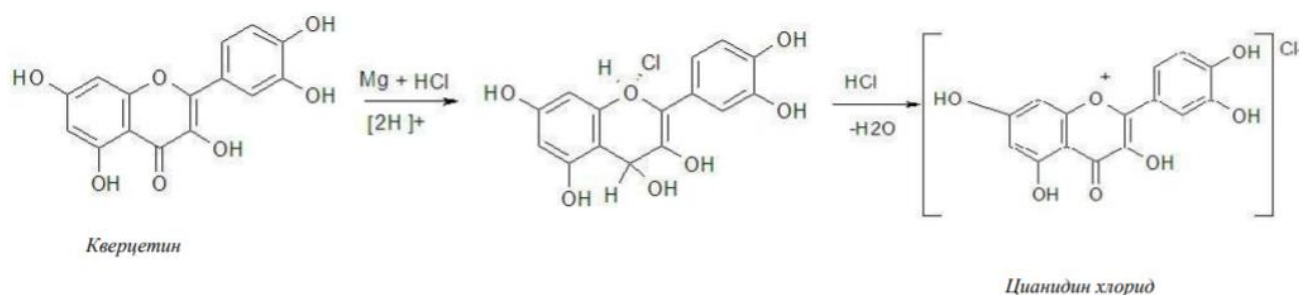


Рисунок 18 – Качественная реакция с образованием антоцианидов [1]

2. Самой распространенной качественной реакцией на флавоноиды является реакция с хлористым алюминием. Количественное содержание соединений полифенольной природы можно определить при помощи регистрации пиков на УФ-спектрах, которые возникают в результате желто-зеленой флуоресценции соединений, полученных взаимодействием

флавоноидных соединений с спиртовым раствором хлорида алюминия (рисунок 19) [5].

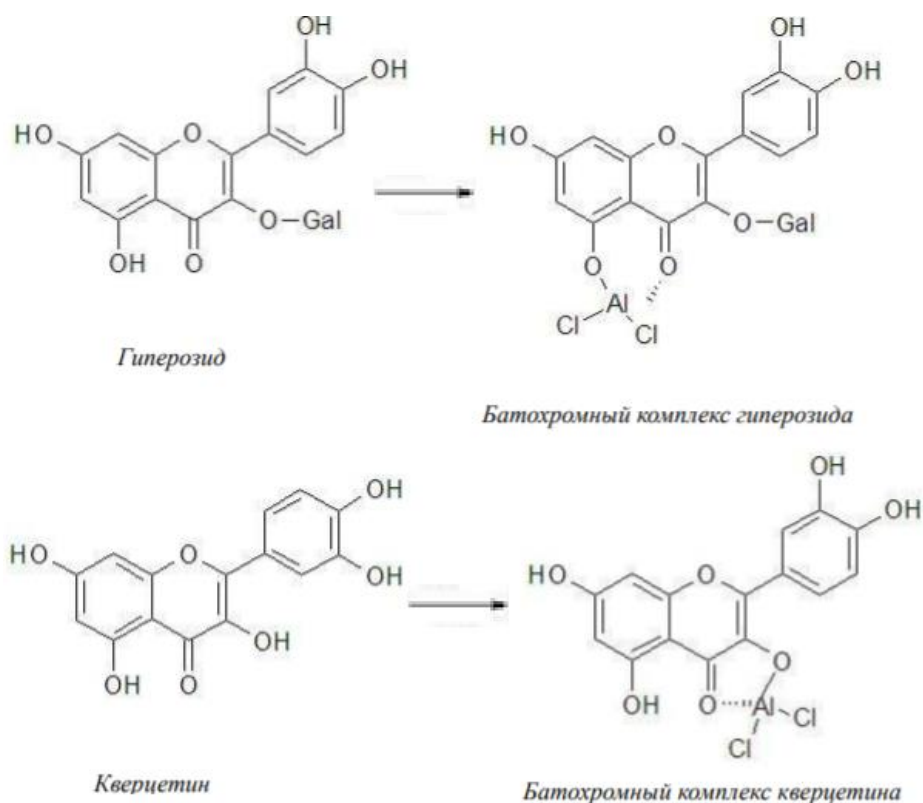


Рисунок 19 – Качественные реакции с хлористым алюминием [5]

3. Реакция с аммиачным раствором позволяет обнаружить соединения класса эуфлавоноидов по характерному желтому окрашиванию, которое в результате воздействия температуры становится оранжево-красным. При участии флавоноидных соединений с пятичленным и разорванным гетероциклом в данной реакции наблюдается образование красного раствора, а результатом реакции с антоцианами служат соединения сине-фиолетового оттенка [1].

4. Реакция с слабыми растворами щелочей способствует образованию разорванного гетероцикла и деструкции молекул, которые приводят к получению флавоноидов другого класса [5].

5. Реакция с диазотированной сульфаниловой кислотой позволяет получить различные окрашенные растворы, способные к флуоресценции. Данная реакция способствует не только идентификации флавоноидов, но и дает

возможность количественного определения содержания данных соединений в растительном сырье методами УФ-, ИК-спектрофотометрии [5].

На данный момент качественные реакции на флавоноиды применяют в совокупности с хроматографическими методами анализа.

Существуют определенные закономерности между структурой и составом соединений полифенольной природы и регистрируемыми хроматограммами при проведении анализа. Так, например, значение R_f напрямую зависит от количества ОН-групп в молекуле. В данном случае наблюдается обратная пропорциональность. При введении CH_3 -радикала к гидроксильной группе величина R_f флавоноидов возрастает в то время, как ацетильная функциональная группа может как увеличивать, так и уменьшать R_f . Образование гликозидов способствует снижению значения R_f [12].

Для анализа флавоноидных соединений используют бумажную или тонкослойную хроматографию.

1.5.2 Ультрафиолетовая спектрофотометрия

УФ-спектрофотометрия представляет собой физико-химический метод анализа различных веществ, который основан на изучении спектров поглощения исследуемых соединений в ультрафиолетовой области. Данный метод широко используется для количественного определения содержания веществ в лекарственных средствах и фитопрепаратах [13].

Одним из самых распространенных классов соединений, содержащихся в фитопрепаратах, является класс флавоноидов. Растворы данных соединений избирательно поглощают свет в ультрафиолетовой части спектра. Поглощение обусловлено переходами электронов с орбиты донорного заместителя на вакантную орбиту акцепторного заместителя или непосредственно бензольного кольца.

УФ-спектр соединений полифенольной природы характеризуется двумя интенсивными полосами поглощения, одна из которых находится в

длинноволновой области при длинах волн 320-380 нм, а вторая – в коротковолновой в диапазоне длин волн 240-270 нм [13].

Регистрация спектров поглощения флавоноидов осуществляется из их спиртовых растворов. Это связано с тем, что ОН-группы в зависимости от своего положения способны оказывать значительное влияние на образующиеся пики. По этой причине при проведении спектрофотометрии в ультрафиолетовой области готовят спиртовые растворы с добавлением различных реагентов, оказывающих влияние на хромофорную систему флавоноидов. Чаще всего для создания батохромного и гипсохромного сдвигов максимумов поглощения используются ацетат натрия и хлорид алюминия [14].

Флавонолы в присутствии хлористого алюминия и соляной кислоты образуют комплексы, которые вызывают батохромный сдвиг первой полосы на величину 50-60 нм, а сдвиг второй – на 20-26 нм [1].

1.5.3 Инфракрасная спектроскопия

Инфракрасная спектроскопия – это физико-химический метод анализа, который характеризуется взаимодействием инфракрасного излучения с различными веществами. Механизм заключается в следующем: при пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул или их отдельных фрагментов, в результате чего образуется полоса поглощения, которая является индивидуальной характеристикой для конкретного вещества. Данный метод широко используется для определения строения и структуры соединений полифенольной природы [14].

Как известно, не все полосы, которые присутствуют на ИК-спектрах, являются характеристичными. В таких случаях исследуется так называемая «область отпечатков пальцев», которая обычно находится в диапазоне 1400-650 см⁻¹ и позволяет обнаружить полифенольные соединения путем сравнения исследуемого спектра с эталонным.

Наличие различных функциональных групп в молекуле полифенольного соединения устанавливают по характерному поглощению в определенной области спектра. Так, экспериментально определено, что незамещенная карбонильная группа флаванона поглощает излучение при 1660-1690 см^{-1} . Валентные колебания $\text{C}=\text{O}$ группы флавонолов находятся в области с диапазоном 1637-1650 см^{-1} [15].

Валентные колебания двойных связей наблюдаются в виде нескольких интенсивных полос поглощения в области с диапазоном 1600-1470 см^{-1} . Колебания $\text{C}=\text{C}$ -группы в составе ароматических колец с двойной связью, сопряженной с группой $\text{C}=\text{O}$, проявляются в области 3130-3110 см^{-1} . Свободные алифатические гидроксигруппы поглощают в интервале длин волн 3625-3600 см^{-1} , в то время как фенольные гидроксилы агликонов флавоноидов наблюдаются в области 3300-2700 см^{-1} . OH -группы углеводных заместителей можно увидеть в интервале 3600-3300 см^{-1} [15].

1.5.4 ЯМР-спектроскопия

ЯМР-спектроскопия представляет собой спектроскопический метод анализа веществ, который использует явление ядерного магнитного резонанса. Исследуемый образец помещается во внешнее магнитное поле, где его ядра возбуждаются при помощи радиоволн, в результате чего можно наблюдать ядерный магнитный резонанс. Данный метод позволяет установить структуру молекул флавоноидных соединений, определить распределение электронной плотности, а также конформационное строение данных веществ [13].

По числу сигналов в ЯМР-спектре можно определить количество различных типов протонов, которые имеются в молекуле, а по положению сигналов установить непосредственно тип протонов.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Приборы, материалы, реактивы

Приборы.

Исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье осуществляли спектрофотометрически с помощью спектрофотометра фирмы Agilent Technologies марки Cary 60-UV-Vis. Диапазон спектральных данных, при котором можно проводить измерения, имеет значения от 190 до 1100 нм, максимальная скорость сканирования порядка 24000 нм/мин. Фотометрический диапазон равен 3,3 А. Точность установки длины волны составляет $\pm 0,5$ нм, воспроизводимость $\pm 0,1$ нм.

Подготовку и проверку осуществляли в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации данного прибора.

Взвешивание навесок необходимых материалов и анализируемых образцов проводили на аналитических весах общего назначения ВЛ-210 («Госметр», Россия), погрешность взвешивания которых составляет $\pm 0,0002$ г.

Для проведения экстракции флавоноидов из растительного сырья использовали ультразвуковую ванну ПСБ-8035-05 («ПСБ-Галс», Россия) с максимальной мощностью 250 Вт и рабочей частотой 35 кГц.

Получение дистиллированной воды осуществлялось с помощью «Аквадистиллятора ДЭ-4».

Посуда.

В ходе выполнения научного исследования использовалась стеклянная посуда: мерные колбы вместимостью 100, 250, 1000 см³, лабораторные стаканы объемом 50, 100 см³ и воронки диаметром 100 мм, пенициллиновый флакон вместимостью 10 см³, а также фарфоровая ступка с пестиком и дозаторы Ленпипет с переменным объемом 1-10 мкл, 20-200 мкл и 500-5000 мкл с погрешностью не более 0,5 %.

Для каждого раствора использовали отдельную пипетку и сменный наконечник дозатора.

Реактивы.

В данной работе были использованы следующие реактивы, материалы и стандартные вещества:

- Спирт этиловый (Реахим, Россия);
- Алюминий хлористый, х.ч. (Реахим, Россия);
- ГСО рутина (ООО «Центр стандартных образцов и высокочистых веществ», Санкт-Петербург, Россия);
- Галега лекарственная («Хорст», Россия)
- Манжетка обыкновенная («Лекра-СЭТ», Россия)
- Кипрей узколистый («Лекра-СЭТ», Россия)
- Ортилия однобокая («Хорст», Россия)

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Лекарственные растения – важнейший источник растительного сырья в медицинской промышленности. В народной фитотерапии на протяжении многих лет успешно применяются сотни лекарственных растений. При изготовлении лекарственных препаратов применяются различные технологии извлечения или экстракции полезных веществ из тканей растений.

Основная задача переработки растительного сырья состоит в том, чтобы увеличить степень извлечения целевых компонентов, а, следовательно, качество растительных экстрактов, сохранить максимально большее количество биологически активных веществ растений.

Цель данной работы заключается в определении содержания флавоноидов в экстрактах из растительного сырья и в оценке влияния ультразвукового облучения на процесс экстракции.

На сегодняшний день перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, но и коммерческой составляющей разработки. Оценка коммерческой эффективности проекта является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и использовании полученных результатов в коммерческих целях.

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа направлена на исследование способа экстракции для максимального извлечения полезных веществ из тканей растений с целью

создания лекарственных препаратов на их основе. Таким образом, в качестве потенциальных потребителей результатов проделанной работы могут выступать химические и медицинские производства, а также предприятия, которые представляют косметическую и парфюмерную продукцию.

Основные предполагаемые потенциальные конкуренты – предприятия, занимающиеся производством растительных экстрактов при помощи различных методов. Сегментация потребителей представлена на рисунке 29 [17].

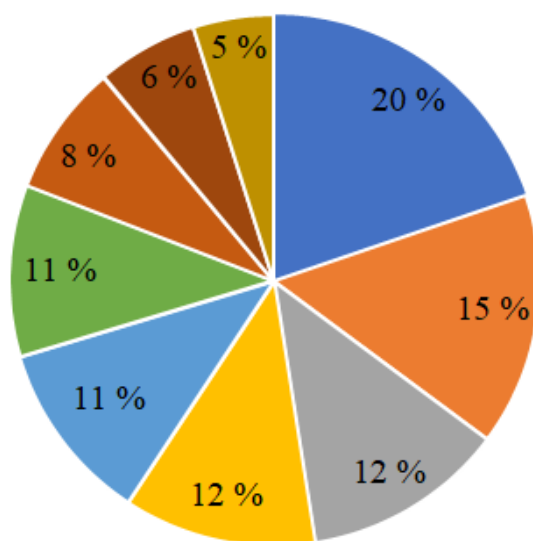


Рисунок 29 – Карта сегментирования рынка по лекарственным растительным средствам [17]

Условные обозначения на карте представлены в таблице 8:

Таблица 8 – Сегментирование рынка по лекарственным растительным средствам [17]

Название компании	Цвет на карте сегментирования рынка и занимаемая доля
ООО «КИТ ПЛЮС»	20 %
ООО «Вистерра»	15 %
ООО «Камелия НПП»	12 %
ООО НПО «Виватон»	12 %
ООО НПО «Фармвилар»	11 %
ООО «ФИТОКОМ Алтай»	11 %
ООО «Хармс»	8 %
ООО «Геонек-Сиб»	6 %
ООО «ГРУМАНТ»	5 %

Анализируя карту сегментирования, можно сделать вывод, что на рынке существует достаточное количество предприятий, занимающихся производством лекарственных препаратов из растительного сырья. Согласно рисунку 10, лидирующие позиции занимают такие предприятия, как ООО «КИТ ПЛЮС», ООО «Вистерра», ООО «Камелия НПП», ООО НПО «Виватон», ООО НПО «Фармвилар», ООО «ФИТОКОМ Алтай» [17].

Таким образом, данные компании являются главными конкурентами в области исследования способов максимального извлечения компонентов из тканей растений и производства лекарственных препаратов из растительного сырья.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В связи с постоянным движением и быстрым изменением рынка необходимо систематически проводить детальный анализ конкурирующих разработок. Такой анализ помогает вносить необходимые поправки в научное исследование и делать его экономически более привлекательным и перспективным.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В связи с тем, что при изготовлении лекарственных препаратов применяются различные технологии извлечения полезных веществ из тканей растений, то целесообразно проводить анализ конкурентных технических решений для методов экстракции полезных веществ. В таблице 9 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений, где приведены баллы оценки исследуемого метода экстракции – ультразвуковой обработки (B_{ϕ}) и конкурентных методик, первая из которых представляет собой технологию извлечения полезных веществ обычной мацерацией (B_{K1}), а вторая подразумевает микроволновое облучение растительного сырья (B_{K2}). K_{ϕ} , K_{K1} , K_{K2} – конкурентоспособность соответствующих продуктов.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,2	5	4	3	1	1	0,8
2. Экспрессность	0,1	4	4	4	0,8	1	1
3. Простота аппаратного оформления	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
4. Безопасность	0,2	5	4	3	0,8	0,6	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
5. Срок эксплуатации	0,2	5	4	4	0,8	0,6	0,8
6. Стоимость оборудования	0,2	4	5	3	0,8	1	0,6
Итого:	1	28	25	20	5,2	5,0	4,2

Таким образом, проведя анализ конкурентных решений и сведя результаты в таблицу 9, можно утверждать, что научная разработка, описываемая в данной работе, является конкурентоспособной.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы).

Сильные (S) и слабые (W) стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа, то есть тем, на что сам объект способен повлиять; возможности (O) и угрозы (T) являются факторами внешней среды, то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты данного этапа SWOT-анализа приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Матрицы SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Простота и удобство аппаратного оформления; С2. Безопасность при работе на оборудовании; С3. Надежность проведения экспериментов.	Слабые стороны проекта: Сл1. Большая стоимость оборудования; Сл2. Погрешности и ошибки в работе самого прибора.
Возможности: В1. Появление спроса на продукт в результате актуальности исследования; В2. Использование разработки в промышленных масштабах; В3. Высокая стоимость конкурентных решений;		

Продолжение таблицы 10

Угрозы: У1. Недостаток спроса на новые технологии; У2. Большая конкуренция в связи с большой актуальностью темы; У3. Недостаток финансового обеспечения и отсутствие инвестиций.		
--	--	--

Второй этап SWOT-анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Благодаря этому этапу удастся определить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Построение интерактивных матриц проекта на данном этапе позволит разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие). Примеры интерактивных матриц представлены в таблицах 11, 12.

Таблица 11 - Интерактивная матрица возможностей проекта

Возможности	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
В1	+	+	+	—	—
В2	+	+	+	—	—
В3	+	+	+	—	—

Таблица 12 - Интерактивная матрица угроз проекта

Угрозы	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
У1	—	—	—	+	—
У2	+	—	—	—	—
У3	—	—	—	+	—

Из интерактивной матрицы видно, что необходимо обратить особое внимание на сильные стороны проекта и максимально развивать их, так как они соответствуют сразу всем возможностям данного проекта. Что касается слабых сторон проекта, то необходимо приложить усилия для увеличения функциональности системы и повышения её универсальности по причине того, что эти слабости соответствуют большему числу угроз.

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа и представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1. Простота и удобство аппаратного оформления; С2. Безопасность при работе на оборудовании; С3. Надежность проведения экспериментов.	Сл1. Большая стоимость оборудования; Сл2. Погрешности и ошибки в работе самого прибора.

Продолжение таблицы 13

Возможности: В1. Появление спроса на продукт в результате актуальности исследования; В2. Использование разработки в промышленных масштабах; В3. Высокая стоимость конкурентных решений;	В связи с уникальными свойствами данной разработки (простота и удобство эксплуатации, надежность и безопасность и пр.), существуют огромные шансы выхода проекта на российский рынок. В связи с большой актуальностью выбранной темы, наблюдается заинтересованность в практическом применении проекта в промышленности.	По причине высокой стоимости оборудования могут возникнуть проблемы с перспективами дальнейшего развития проекта.
Угрозы: У1. Недостаток спроса на новые технологии; У2. Большая конкуренция в связи с большой актуальностью темы; У3. Недостаток финансового обеспечения и отсутствие инвестиций.	Необходимо заниматься усиленным продвижением разработки и созданием новых модификаций с целью увеличения спроса потребителей и поддержания заинтересованности у инвесторов.	Необходимо разработать сильную маркетинговую стратегию в области продвижения проекта на рынок.

Анализируя итоговую матрицу, можно сделать вывод о том, что для создания спроса и конкурентоспособности разработки необходимо заниматься усиленным продвижением продукта на рынок посредством мощной маркетинговой стратегии, а также имеет место разработка новых модификаций и использование принципиально новых технологий.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научно – экспериментальных работ.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания (ТЗ)	1	Составление и утверждение технического задания (ТЗ)	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследования	Научный руководитель, бакалавр

Продолжение таблицы 14

	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Литературный обзор	Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	Научный руководитель, бакалавр
	7	Проведение экспериментов и получение результатов	Бакалавр
	8	Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Научный руководитель, бакалавр
	9	Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, Бакалавр
Проведение ВКР			
Разработка технической документации и проектирование	11	Обработка графических данных	Бакалавр
	12	Оценка ресурсоэффективности проекта	Бакалавр, консультант по ЭЧ

Продолжение таблицы 14

	13	Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр, консультант СО
Оформление комплекта документации по ВКР	14	Составление пояснительной записки	Бакалавр
Сдача выпускной квалификационной работы	15	Подготовка к защите ВКР	Бакалавр

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Одной из частей суммарной стоимости разработки являются трудовые затраты, для подсчета которой необходимо определить трудоемкость работ для каждого участника научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{махи}}{5}, \quad (4)$$

где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы в человеко-днях;

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней;

$t_{махи}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (5)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

Результаты расчётов представлены в таблице 15.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого этапа работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (6)$$

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

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

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

В свою очередь коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

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

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

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

Количество календарных дней для 2021/2022 учебного года составит 365.

Количество выходных и праздничных дней примем 52 и 14 соответственно.

Тогда коэффициент календарности составит:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22.$$

Календарный план-график проведения исследования способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье представлен в таблице 16.

Таблица 15 - Временные показатели проведения научного исследования, где НР – научный руководитель; Б – бакалавр; Кэч – консультант по экономической части; Ксо – консультант по социальной ответственности.

№	Название работ	Трудоемкость работ			Исполнитель	T_{pi} , раб. дни	T_{ki} , кал. дни
		t_{min} , чел- дни	t_{max} , чел- дни	$t_{ож}$, чел- дни			
1	Составление и утверждение технического задания (ТЗ)	1	2	1,4	НР	1,4	2
		1	2	1,4	Б	1,4	2
		1	2	1,4	Кэч	1,4	2
		1	2	1,4	Ксо	1,4	2
2	Выбор направления исследования	3	5	3,8	НР	3,8	5
		5	7	5,8	Б	5,8	8
3	Подбор и изучение материалов по теме	3	7	4,6	Б	4,6	6
4	Литературный обзор	7	14	9,8	Б	9,8	12

Продолжение таблицы 15

5	Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	НР	1,8	3
		1	3	1,8	Б	1,8	3
6	Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	7	10	8,2	НР	8,2	10
		7	10	8,2	Б	8,2	10
7	Проведение экспериментов и получение результатов	3	7	4,6	Б	4,6	6
8	Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	2	3	2,4	НР	2,4	3
		2	7	4	Б	4	5
9	Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	2	4	2,8	НР	2,8	4
		4	7	5,2	Б	5,2	7
10	Определение целесообразности проведения ВКР	3	5	3,8	НР	3,8	5
		3	5	3,8	Б	3,8	5
11	Обработка графических данных	5	10	7	Б	7	9
12	Оценка ресурсоэффективности проекта	5	10	7	К _{ЭЧ}	7	9
		5	10	7	Б	7	9
13	Разработка социальной ответственности по теме	3	7	4,6	К _{СО}	4,6	6
		3	7	4,6	Б	4,6	6
14	Составление пояснительной записки	15	25	19	Б	19	23
15	Подготовка к защите ВКР	3	5	3,8	Б	3,8	5
Итого						129,2	147
		Научный руководитель				24,2	32
		Бакалавр				93,6	102

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 15 декад, начиная с первой декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составит 147 календарных дней.

Таблица 16 – Календарный план-график проведения научного исследования

Вид работы	Исполнители	T _к , кал. Дн	Продолжительность выполнения работ										
			февраль		март			апрель			май		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Разработка технического задания (ТЗ)	Научный руководитель	1											
	Консультант ЭЧ	1											
	Консультант СО	1											
	Бакалавр	1											
Выбор направления исследования	Научный руководитель, бакалавр	3											
		4											
Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	3											
Литературный обзор	Бакалавр	12											
Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	2											
	Бакалавр	2											

Продолжение таблицы 16

Подготовка необходимого оборудования и образцов для исследования	Научный руководитель	11											
	Бакалавр	11											
Проведение экспериментов и получение результатов	Бакалавр	6											
Проведение расчетов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Научный руководитель	2											
	Бакалавр	3											
Сопоставление полученных результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель	2											
	Бакалавр	4											

Продолжение таблицы 16

Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель	3												
	Бакалавр	3												
Обработка графических данных	Бакалавр	10												
Оценка ресурсоэффективности проекта	Бакалавр	5												
	Консультант по ЭЧ	5												
Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр	3												
	Консультант по СО	3												
Составление пояснительной записки	Бакалавр	33												
Подготовка к защите ВКР	Бакалавр	5												

Условные обозначения в таблице:

Научный руководитель	Бакалавр	Консультант по ЭЧ	Консультант по СО

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе планирования бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется группировка затрат, которая включает в себя: материальные затраты исследования; затраты на специальное оборудование; основную заработную плату исполнителей темы; дополнительную заработную плату исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты на научные и производственные командировки; контрагентные расходы, а также накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты включают стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, в частности, подразумеваются затраты на сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Транспортные расходы принимаются в пределах 5-20 % от стоимости материалов.

Материальные затраты на мерную посуду, материалы и реактивы для данного исследования представлены в таблице 17.

Расчёт материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (8)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг., м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг., руб./м., руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 17 – Материальные затраты исследования

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Мерные колбы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 100 см ³		3	230	690
– 250 см ³		5	360	1800
– 1000 см ³		1	450	450
Стаканы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 50 см ³		5	40	200
– 100 см ³		2	50	100
Воронка лабораторная стеклянная с диаметрами:	шт			
– 100 мм		2	180	360
Флакон пенициллиновый – 10 см ³	шт	20	6,5	130
Фарфоровая ступка с пестиком	шт	1	1540	1540

Продолжение таблицы 17

Фильтры «Синяя лента»	уп	1	30	30
Этиловый спирт	кг	3	1200	3600
Алюминий хлористый	кг	0,02	3500	70
Рутин	уп	1	412	412
Галега лекарственная	уп	1	250	250
Манжетка обыкновенная	уп	1	180	180
Кипрей узколистный	уп	1	70	70
Ортилия однобокая	уп	1	250	250
Транспортные расходы (5%)				507
Итого:				10639

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научно-технического исследования

Затраты на оборудование для научно-экспериментальных работ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на оборудование для научно-экспериментальных работ

№	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
3	Дозатор Ленпипет 0,5-5 мл	1	7500	7500
4	Дозатор Ленпипет 100-1000 мкл	1	6550	6550
5	Дозатор Ленпипет 10-100 мкл	1	6850	6850
Итого:				20900

Стоимость оборудования, используемого при выполнении исследования, имеющегося в распоряжении Отделения химической инженерии ТПУ, свыше сорока тысяч рублей, учитывалась в виде амортизационных отчислений. Срок полезного использования оборудования – 2,5 месяца.

Величина амортизации для оборудования рассчитывается по следующей формуле:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot H_a \cdot a}{100 \cdot 12}, \quad (9)$$

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

H_a – норма амортизации, %;

a – срок работы, месяц.

Норма амортизации определяется по формуле:

$$H_a = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где T – срок эксплуатации, год.

Затраты на необходимое для данного исследования оборудование представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на оборудование с учетом амортизационных отчислений

Наименование оборудования	Кол-во единиц, шт.	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок эксплуатации, лет	Амортизация годовая, руб.	Амортизация, руб
Спектрофотометр Agilent Technologies Cary 60-UV-Vis (Германия)	1	570000	570000	10	57000	12809
УЗ-ванна ПСБ-8035-05 (ПСБ-Галс, Россия)	1	41800	41800	5	8360	1881
Дистиллятор для приготовления воды очищенной (Россия, ЧЗБТ)	1	92500	92500	10	9250	2079
Весы аналитические ACCULAB ALC 210 (класс точности 0,0001г, Россия)	1	51600	51600	7	7371	1657
Итого			755900		81981	18426

Расчетные значения затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ и их амортизации составило 20900 и 18426 рублей соответственно.

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья включает информацию об основной заработной плате работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, включая премии, доплаты и о дополнительной заработной плате.

Также в данный раздел включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (11)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

Основная заработная плата руководителя ($З_{осн}$) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (12)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, рабочих дней (таблица 15).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_{\partial}}, \quad (13)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M = 10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 рабочих дней);

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней.

В таблице 20 приведен баланс рабочего времени каждого работника, принимающего участие в рамках данной ВКР.

Таблица 20 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Бакалавр	Консультант по ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	365			
Количество нерабочих дней: – Выходные дни – Праздничные дни	64	64	64	64
Потери рабочего времени: – Отпуск – Невыходы по болезни	56	28	56	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	273	245	245

Месячный оклад работника определяется по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}}) \cdot k_p, \quad (14)$$

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

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

k_p – районный коэффициент (для Томска $k_p = 1,3$).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 21.

Таблица 21 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс},$ руб	$k_{пр}$	k_p	$Z_m, \text{руб}$	$Z_{дн}, \text{руб}$	$T_p,$ раб.дн.	$Z_{осн}, \text{руб}$
Научный руководитель	41200	0,3	1,3	69628,0	2955,64	24,2	71526,49
Бакалавр	19200	0,3	1,3	32448,0	1236,11	93,6	115699,90
Консультант по ЭЧ	37700	0,3	1,3	63713,0	2704,55	8,4	22718,22
Консультант СО	29300	0,3	1,3	49517,0	2101,95	6	12611,70
Итого							222556,31

Таким образом, основная заработная плата научного руководителя, бакалавра и консультантов по ЭЧ и СО составила 71526,49, 115699,90, 22718,22 и 12611,70 рублей соответственно.

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп}, \quad (15)$$

Где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Общая заработная плата исполнителей работы с учётом дополнительной заработной платы в 15 % представлена в таблице 22.

Таблица 22 – Полная заработная плата исполнителей

Исполнитель	Коэффициент доплаты	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.
Научный руководитель	0,15	71526,49	10728,97	82255,46
Бакалавр	0,15	115699,90	17354,99	133054,89
Консультант по ЭЧ	0,15	22718,22	3407,73	26125,95
Консультант СО	0,15	12611,70	1891,76	14503,46
Итого		222556,31	33383,45	255939,76

Таким образом, полная заработная плата научного руководителя, бакалавра и консультантов по ЭЧ и СО составила 82255,46, 133054,89, 26125,95 и 14503,46 рублей соответственно.

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды отражают обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина этих отчислений определяется по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{доп} + З_{осн}), \quad (16)$$

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

Общий совокупный тариф отчислений составляет 30 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	71526,49	10728,97
Бакалавр	115699,90	17354,99
Консультант по ЭЧ	22718,22	3407,73
Консультант СО	12611,70	1891,76
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,30	
Итого:		
Научный руководитель	24676,64	
Бакалавр	39916,47	
Консультант по ЭЧ	7837,79	
Консультант по СО	4351,04	

4.3.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (17)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов $k_{\text{нр}}$ допускается взять в размере 16 % от общей суммы затрат.

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Основу для формирования бюджета затрат проекта составляет рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы. При заключении договора с заказчиком сформированный бюджет защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на ВКР по теме: «Исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье» представлено в таблице 24.

Таблица 24 - Расчет бюджета затрат научно-технического исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	10639	Таблица 17
2. Затраты на оборудование для научно - экспериментальных работ	20900	Таблица 18
3. Амортизация оборудования	18426	Таблица 19
4. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	222556,31	Таблица 21
5. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	33383,45	Таблица 22
6. Отчисления во внебюджетные фонды	76781,94	Таблица 23
Итого основные расходы:	382686,70	
7. Накладные расходы	61229,87	16 % от суммы ст. 1-6
8. Бюджет затрат исследования	443916,57	Сумма ст. 1- 7

Таким образом, бюджет научно-технического исследования составил 443916,57 рублей.

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (18)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Результаты расчета приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет интегрального финансового показателя

№ исп.	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость исполнения	Интегральный финансовый показатель
1	443916,57	450358,42	0,99
2	438152,68		0,97
3	450358,42		1,00

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (19)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 26.

Таблица 26 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения научно-технического проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Критерии				
1. Безопасность	0,20	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,10	4	5	4
3. Простота аппаратного оформления	0,15	4	5	3
4. Энергосбережение	0,15	5	4	3
5. Надежность	0,25	5	4	4
6. Материалоемкость	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,75	4,4	3,7

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,75;$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,40;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,10 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,70;$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (20)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности, вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} \quad (21)$$

Результаты расчета приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1 УЗ- обработка	Исп.2 Мацерация	Исп.3 Микровол- новое облучение
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,75	4,40	3,70
3	Интегральный показатель эффективности	4,84	4,58	3,70
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,31	1,24	1

Анализируя эффективности каждого исполнения, можно сделать вывод, что исполнение номер один – с использованием ультразвуковой обработки – хоть и не является самым экономически выгодным (поскольку интегральный финансовый показатель самым минимальным является у исполнения номер 2 – с использованием обычной мацерации), однако данное исполнение является наиболее эффективным с точки зрения ресурсосбережения и ресурсоэффективности, имея интегральные показатели ресурсоэффективности и эффективности, равными 4,75 и 4,84 соответственно. Самым дорогим и одновременно самым неэффективным вариантом исполнения является третье – с использованием микроволнового облучения.

Вывод по разделу:

В ходе проведения данной работы был разработан конкурентоспособный научно-исследовательский проект, отвечающий современным требованиям в области ресурсоэффективности, ресурсосбережения и финансового менеджмента.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В настоящее время при всем многообразии лекарственных форм препараты из лекарственного растительного сырья занимают значительное место в фармацевтическом ассортименте. Фитопрепараты являются неотъемлемой составляющей медицинской практики. Их применение обеспечивает сохранение здоровья населения и, как следствие, приводит к повышению качества и продолжительности жизни. В то же время отходы фармацевтической промышленности все в большей степени оказывают влияние на живую природу, поскольку неиспользованные лекарственные средства нередко выбрасываются или утилизируются ненадлежащим образом.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье.

Одной из важнейших частей данной работы являются эксперименты, которые проводятся в лабораторных условиях. Большая часть исследования основана на использовании двух установок лабораторного контроля: инфракрасного спектрофотометра марки Agilent Technologies Cary 60-UV-Vis, имеющего подключение к персональному компьютеру и необходимого для регистрации инфракрасных спектров поглощения, пропускания или отражения веществ, а также ультразвуковой ванны ПСБ-8035-05, которая предназначена для очистки, смешивания, перемешивания, измельчения, дегазации жидкостей, ускорения химических реакций и экстракции сырья.

Данные установки не требуют большого количества обслуживающего персонала, поскольку число регулируемых параметров невелико. Однако контроль этих параметров предполагает непосредственное нахождение рабочего около основной установки. Помимо прочего, всегда есть риск возникновения аварийной ситуации, поэтому в ходе решения поставленных в работе задач необходимо четко следовать инструкциям по технике безопасности, выполнять основные требования и применять обязательные меры предосторожности и защиты.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности и здоровья составляют следующие нормативные документы: Конституция РФ, которая гарантирует право граждан на труд, отдых, охрану здоровья и т.д., а также законы, постановления и подзаконные акты. На основе подзаконных актов разрабатываются положения, инструкции, правила, устанавливающие принципы организации работ по обеспечению безопасности и сохранению здоровья.

В целях сохранения и повышения работоспособности, ускорения адаптации к действию неблагоприятных условий труда, профилактики заболеваний, работающим в контакте с химическими веществами, следует два раза в год проводить витаминизацию. С целью повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам среды следует вводить спец.питание.

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- при 36-часовой рабочей неделе - 8 ч;
- при 30-часовой рабочей неделе и менее - 6 ч. согласно постановлению

Правительства РФ от 25 февраля 2000 г. N 163 [18].

Средства индивидуальной защиты и смывающие вещества выдаются в соответствии с ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» [19] и Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации [20] каждому работнику лаборатории в соответствии с нормами выдачи на 1 работника в месяц. Также в целях исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда.

5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей нормы) правовые нормы трудового законодательства

Основные правовые гарантии в части обеспечения производственной безопасности регламентирует Трудовой кодекс Российской Федерации [21].

Согласно данному документу, режим рабочего времени определяется с учётом особенностей проводимой работы. В данном случае наиболее эффективным будет являться режим гибкого рабочего времени, при котором начало, окончание или общая продолжительность смены определяется по соглашению работника и работодателя [21].

К работе в лабораторном помещении допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории.

Перед началом работ в лабораторных помещениях необходимы: проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа, которые осуществляет назначенное начальником лаборатории должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

При проведении исследований работник лаборатории может быть подвержен действию опасных, вредных реагентов, оказывающих негативное воздействие на организм человека. С целью предотвращения данного фактора, каждому сотруднику выдается комплект средств индивидуальной защиты.

Опасные условия труда отрицательно влияют на состояние здоровья и работоспособность сотрудников. В зависимости от класса опасности проводимой работы, работодатель обязан выплачивать работнику повышенную заработную плату, в соответствии с Трудовым кодексом РФ. Также возможно предоставление дополнительного оплачиваемого отпуска и досрочное назначение трудовой пенсии [21].

Помимо прочего, к выполнению измерений и обработке результатов на соответствующих приборах допускаются лица, которые владеют техникой данных методов анализа и изучили инструкции по эксплуатации необходимого оборудования – инфракрасного спектрофотометра и ультразвуковой ванны.

5.1.2 Организационные предприятия при компоновке рабочей зоны

Проведение работ в лабораторном помещении подразумевает осуществление экспериментов и исследований в стоячем и сидячем положениях. В связи с этим, рабочее место должно соответствовать определенным нормативным документам [22,23].

К организационным мероприятиям при компоновке рабочей зоны в лаборатории относят:

- наличие естественного и искусственного освещения, в соответствии с требованием СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [24];
- поддержание температуры воздуха в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [25];
- наличие вентиляции, которая обеспечивает необходимый воздухообмен для сотрудников, а также способствует поддержанию уровня влажности и температуры. Установка и выбор вентиляции осуществляется в соответствии с ГОСТ 32548-2013 «Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства» [26];
- выполняемая работа относится к легкой категории работ, следовательно, параметры рабочей зоны в соответствии с ГОСТ [22,23], представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Параметры рабочей зоны для стоячего и сидячего положений [22,23]

Работа в стоячем положении	Высота рабочей поверхности	Для женщин	990 мм
		Для мужчин или женщин	1060 мм
		Для мужчин	1025 мм
Работа в сидячем положении	Высота рабочей поверхности	Для женщин	700 мм
		Для мужчин или женщин	750 мм
		Для мужчин	725 мм

Продолжение таблицы 28

	Высота сиденья	Для женщин	400 мм
		Для мужчин или женщин	420 мм
		Для мужчин	430 мм

- полы должны быть покрыты линолеумом или релином, в специальных боксах – гладкой плиткой;
- лабораторная мебель окрашена эмалевой или масляной краской, рабочие поверхности покрываются химически устойчивым материалом;
- ширина проходов к рабочим местам или между рядами оборудования должна быть не менее 1,5 м;
- электроприборы включают в сеть под соответствующим напряжением, что позволяет избежать поломки оборудования и возникновения пожароопасных ситуаций;
- предоставление рабочему персоналу комплекта СИЗ: спецодежда, перчатки, обувь и др.

Рабочее место сотрудника аудиторий 213 и 223, 2 корпуса ТПУ полностью соответствует данным требованиям [22,23].

5.2 Профессиональная социальная безопасность

Профессиональная социальная безопасность представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, направленных на повышение защищенности рабочего персонала от вредных воздействий технологических процессов и других факторов, возникающих в рабочей зоне.

Выполнение научно-исследовательской работы требует четкого соблюдения правил по охране труда и технике безопасности, поскольку осуществляется работа с химическими реактивами, нагревательными приборами и оборудованием под напряжением.

5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

При исследовании способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье возможно возникновение опасных и вредных факторов, которые оказывают отрицательное влияние на здоровье сотрудников. Возможные негативные факторы приведены в таблице 29 [27].

Таблица 29 – Возможные опасные и вредные производственные факторы [27]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата помещения [25]	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте [28,29]	-	+	-	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
3.Статические перегрузки [22,23]	+	+	+	ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
4. Отсутствие или недостаток естественного освещения [30]	+	+	+	ГОСТ Р 55710-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.

Продолжение таблицы 29

5. Недостаточная освещенность рабочей зоны [24]	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
6. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает рабочий [31,32]	+	+	-	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ПУЭ Общие правила. Заземление и защитные меры электробезопасности.
7. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека [33]	+	+	-	ГОСТ 12.1.007-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Рассмотрим мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов, возникающих при работе в аудиториях 213 и 223, 2 корпуса НИ ТПУ.

1. Отклонение показателей микроклимата помещения.

Основными показателями микроклимата воздуха в аналитических лабораториях являются такие показатели, как температура воздуха и поверхностей, относительная влажность воздуха, а также скорость движения воздушных масс.

Оптимальные показатели параметров микроклимата приведены в таблице 30 и контролируются согласно соответствующему нормативному документу [25].

Таблица 30 – Оптимальные показатели параметров микроклимата в аналитической лаборатории [25]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Средней тяжести	18 – 20	17 – 23	40 – 60	75	0,1	Не более 0,2
Теплый		21 – 23	18 – 27	40 – 60	65	0,2	0,1 – 0,3

Наличие системы вентиляции позволяет поддерживать требуемые параметры микроклимата. Благодаря ей в помещения подается чистый воздух и удаляется загрязненный. Локальная система подразумевает местную вентиляцию, в роли которой выступает вытяжной шкаф и отопительная система.

2. Статические перегрузки.

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, относятся к опасным и вредным производственным факторам, обладающим свойствами психофизиологического воздействия на организм человека. Статические перегрузки связаны с физическим усилием работающего, направленным на удержание груза, выполнение работы в вынужденной неудобной рабочей позе, то есть без перемещения тела, рук или ног в пространстве. Они вызываются длительным пребыванием человека в вынужденном положении тела во время работы или длительным напряжением отдельных групп мышц. Примером таких перегрузок может являться работа с наклоненной головой или туловищем, на корточках, с упором на локоть, удержание изделия на весу и так далее.

В связи с этим, рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах легкой и оптимальной зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При проектировании рабочей зоны необходимо учитывать антропометрические показатели как мужчин, так и женщин [22,23].

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительные звуковые колебания отрицательно влияют на здоровье человека, снижают остроту слуха и зрения, утомляют центральную нервную систему.

Уровень шума регламентируется согласно ГОСТ 12.1.003 – 83, контроль данного параметра производится на производстве не реже двух раз в год [28].

Для снижения уровня звуковых колебаний проводят такие основные мероприятия, как: рациональная планировка оборудования; использование шумобезопасной техники и заглушающих устройств; уменьшение уровня шума источника; использование систем звукоизоляции и звукопоглощения [28].

Помимо прочего, для уменьшения воздействия шумов на организм человека необходимо постоянное медицинское наблюдение сотрудников, правильная организация труда и отдыха.

4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.

Освещенность на рабочем месте каждого работника должна быть достаточной. Это необходимо, чтобы условия труда были комфортными. Помимо искусственного, желательно присутствие естественных источников света. Для зрительной работы без перенапряжения глаз должна быть организована правильная система освещения.

Требования к параметрам освещенности, таким как равномерность освещения, коэффициент пульсации, общий индекс цветопередачи и другие,

нормируются в соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий» [30].

5. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.

В процессе исследования способа экстракции на содержание флавоноидов в растительном сырье используются следующие вещества: в качестве экстрагентов в работе использовались этиловый спирт и дистиллированная вода.

Для защиты кожных покровов от вредного воздействия концентрированных кислот, щелочей и других раздражающих веществ, при работе используются защитные латексные перчатки. Для предупреждения проникновения токсичных веществ через органы дыхания используются респираторы.

Характеристики токсичных свойств сырья и вспомогательных материалов указаны в таблице 31.

Таблица 31 – Характеристика используемых химических веществ [34,35]

Наименование	Описание	Класс опасности	Величина ПДК (мг/м ³)	Действие на организм человека
Соляная кислота	Бесцветная, прозрачная, едкая жидкость, «дымящаяся» на воздухе	3	5	При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. При попадании в глаза раздражаются слизистые оболочки глаз.

Продолжение таблицы 31

Этиловый спирт	Бесцветная прозрачная жидкость, не содержащая механических примесей	4	1000	Обладает наркотическим действием, вызывает сухость кожи, пары спирта раздражают слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей.
----------------	---	---	------	--

Для предупреждения возникновения опасных и вредных факторов, а также для уменьшения их воздействия на организм человека необходимо провести следующие мероприятия [33]:

- использование средств индивидуальной защиты (лабораторный халат, перчатки, защитные очки);
- система вентиляции (вытяжные шкафы, в который проводят работу с химическими реактивами);
- герметичные тары для хранения опасных химических реактивов;
- герметичное оборудование для проведения работ;
- соблюдение работниками техники безопасности и инструкций по работе с реактивами.

6. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает рабочий.

Лаборатория относится к категории особо опасных помещений по возможности поражения электротоком, поскольку характеризуется наличием химически активной и органической среды, разрушающей изоляцию и

токоведущие части электрооборудования. Каждая лаборатория обычно обеспечивается трехфазным переменным током напряжением 220/380 В и постоянным током.

Электробезопасность работников лаборатории должна обеспечиваться выполнением следующих мероприятий:

- Соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем их закрытия;
- Ограждение токоведущих частей;
- Применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств с целью предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- Применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- Применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- Использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы. Класс точности измерительных приборов должен быть не ниже 2,5.

Аналитические лаборатории для проведения физико-химических исследований 2 корпуса, 223 и 213 аудитории, согласно [32] относятся к 1-ой категории по условиям опасности поражения электрическим током (сухие, хорошо отапливаемые помещения с токонепроводящими полами, температурой 18-20 °С, влажностью 40-50 %).

7. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека.

Согласно [36] лабораторные помещения для проведения физико-химических исследований 2 корпуса 213 и 223 аудиторий относятся к пожароопасным помещениям группы А, так как в них расположены

электрооборудование, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, трудногорючие материалы и вещества.

Основные источники возникновения пожара [36]:

- неисправность нагревательных приборов (электроприборов, газовых горелок и т.п.);
- неисправность газопроводов и электрических проводов;
- несоблюдение правил эксплуатации электроустановок и электросети;
- нарушение режимов работы термонагревающего оборудования;
- возгорание воспламеняющихся жидкостей;
- неосторожное нагревание веществ, пары которых могут воспламеняться;
- несоблюдение мер техники безопасности.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Для предупреждения пожаров необходимо проводить следующий комплекс мероприятий [36]:

- проведение осмотра оборудования и электрических цепей;
- осторожное и бережное обращение с оборудованием;
- наличие первичных средств пожаротушения;
- при работе с нагревательными приборами исключить вблизи них наличие легковоспламеняющихся и горючих веществ.

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности и устранения возможных источников пожаров и взрывов применяются следующие меры [37]:

- запрещается держать легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) и горючие вещества вблизи открытого огня, в теплом месте или вблизи нагревательных приборов;

- запрещается нагревать ЛВЖ и горючие вещества на открытом огне, на сетке, вблизи огня или открытых сосудах, а только на водяной бане с обратным холодильником;

- при проливе значительного количества ЛВЖ в лаборатории необходимо погасить все источники открытого пламени, отключить все электронагревательные приборы, открыть окна и собирать пролитую жидкость тряпкой или полотенцем;

- при возникновении пожара необходимо отключить электрическое оборудование во всей лаборатории. В первую очередь необходимо отключить вытяжную вентиляцию;

- обязательным является наличие противопожарных средств в лаборатории: огнетушитель, песок, асбестовое одеяло или плотная стеклоткань;

- обязательным является наличие автоматических средств сигнализации;

- работники, принимающие участие в ликвидации аварий, должны использовать индивидуальные средства защиты: перчатки, резиновую обувь, противогазы.

- в случае пожара эвакуация людей проводится согласно плану эвакуации.

Для тушения возможного загорания и пожаров в лабораториях 213 и 223 имеется следующее оборудование (таблица 32):

- огнетушитель углекислотный газовый типа ОУ-2 для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, горящих без доступа воздуха;

- порошковый огнетушитель ОПС-10, предназначен для тушения небольших очагов возгорания щелочных металлов.

- асбестовое одеяло, которое используется при тушении обесточенных электропроводов, горячей одежды.

– ящик с песком для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов.

Таблица 32 – Типы используемых огнетушителей при пожаре [37]

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	Порошковый (серии ОП)
До 10,0	Углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещения, предназначенные для проектирования и использования результатов проекта, относятся к типу А (взрывопожароопасных), в которых могут находиться горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

В ходе исследования было выяснено, что готовые лекарственные препараты на основе растительного сырья не утилизируются в окружающую среду в количествах, опасных для всех живых организмов и природы в целом.

5.3.2 Анализ влияния процесса на окружающую среду

Различные химические вещества, используемые в работе, могут загрязнять окружающую среду через сточные воды, а также в результате выбросов газов и твердых отходов.

В процессе данного научно-технического исследования используется соляная кислота, которая относится к 3 классу опасности и в больших

количествах представляет угрозу для живых организмов и окружающей среды. Данное вещество во время работы попадает в сточные воды вместе с другими субстанциями, в результате образуются соединения и происходит нейтрализация.

5.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Приведем список мероприятий по защите каждой из составляющих окружающей среды – атмосферы, гидросферы и литосферы.

1. Защита атмосферы.

На атмосферу могут оказывать негативное воздействие выбросы вредных веществ при выполнении работ через вентиляционную систему. С целью охраны воздушного бассейна все работы должны проводиться в вытяжном шкафу при включенной вентиляции и обеспечении герметичности тары и установки.

2. Защита гидросферы.

Для предотвращения негативных воздействий проводится организации раздельного сбора и хранения неорганических и органических отходов, обезвреживание кислых и щелочных стоков согласно утвержденным инструкциям, регенерация растворителей.

3. Защита литосферы.

В лаборатории существуют твердые отходы в виде бытового мусора, который выбрасывается в урну. Твердые отходы подлежат обезвреживанию методом стерилизации и выбрасываются в мусорный контейнер.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация подразумевает обстановку на определенной территории, сложившуюся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или

окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [38].

Классификация ЧС [38]:

- связанная с производственными авариями (взрывы, пожары, выброс вредных веществ);
- связанная со стихийными бедствиями (наводнения, ураганы, землетрясения и т.д.);
- конфликтного характера (применение оружия массового поражения, вооруженное нападение, действие экстремистских групп).

Подготовленность к ЧС является одним из важных факторов обеспечения безопасности жизнедеятельности людей.

В здании, где располагается лаборатория возможно возникновение пожаров, взрывов, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураганов, землетрясений. Здание защищаются от прямых ударов молнии молнеприемниками, заземлителями и токопроводами. В случае стихийного бедствия (урагана, землетрясения) необходимо отключить воду, электричество и покинуть помещение согласно плану эвакуации.

Организационные мероприятия:

- Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
- Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
- Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
- Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
- Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

Инженерно-технические меры:

- Инженерное обеспечение защиты населения - строительство

защитных сооружений (средств коллективной защиты);

- Инженерное оборудование территории региона с учета характера воздействия прогнозируемых ЧС;
- Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследования

При выполнении работ в лабораторных помещениях возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций: замыкание проводки, которое может стать причиной возгорания; неисправность оборудования; пролив токсичных жидкостей вне вытяжного шкафа; получение термического или химического ожога; отравление химическими реагентами или их парами.

Также необходимо отметить стихийные бедствие, которые могут возникнуть в ходе выполнения работы. Данные явления возникают внезапно и могут привести к многочисленной гибели людей.

В климатической зоне города Томска возможны паводки, ливни, сильные грозы и порывистый ветер. В случае последнего возможен обрыв линий электропередач, вследствие которого возможны перебои электричества, что может привести к возникновению пожара.

5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Мероприятия по предотвращению ЧС представляют собой проведение спасательных работ и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения земли [38].

Для уменьшения потенциальных опасностей лабораторные помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства противопожарной безопасности [36,37,39].

Перед началом работ проводится инструктаж работника по требованиям безопасности труда. Для избежания любых ЧС необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

Некоторые этапы работы подразумевают взаимодействие с электрическими приборами, и присутствует вероятность их короткого замыкания и последующего возгорания. Если прибор не соответствует требованиям прилагаемой инструкции или имеет неисправности, то дальнейшее его использование строго запрещено, так как это может стать причиной возгорания. Работу можно будет возобновить только после устранения всех неполадок. После окончания работ с электрооборудованием, его нужно отключить и обесточить.

Перед уходом из аналитической лаборатории необходимо закрыть все окна, отключить электрооборудование, выключить освещение и убедиться, что отсутствуют потенциальные источники возгорания.

Сотрудники лаборатории, заметившие признаки горения, задымления или непосредственно пожара, должны принять следующие меры [36]:

- прервать свою работу и вызвать пожарную бригаду по телефону «101», сообщив следующую информацию: адрес, место, объект возгорания и личные данные;
- принять меры, связанные с уменьшением распространения огня (убрать все горючие и легковоспламеняющиеся вещества, находящиеся вблизи очага возгорания, обесточить оборудование);
- при необходимости принять меры, связанные с эвакуацией людей;
- донести информацию о случившемся начальнику лаборатории и сотрудникам;
- при звуке общего сигнала опасности, покинуть здание через эвакуационные выходы, согласно плану эвакуации, расположенному в здании.

При химическом ожоге соляной кислотой необходимо промыть место поражения холодной проточной водой в течение 20-30 минут и затем

использовать 3%-ный щелочной раствор (например, раствор пищевой соды). Последним этапом является наложение асептической повязки или смоченной тем же щелочным раствором [34,35,40].

Вывод по разделу

Комфортные и безопасные условия труда – это основной фактор, влияющий на производительность людей, занимающиеся данным исследованием. Условия труда в лаборатории характеризуются возможностью воздействия на исследователей следующих производственных факторов: шума, выделение вредных веществ, действие микроклимата, параметров технологического оборудования и рабочего места.

В данном разделе были рассмотрены вопросы техники безопасности при работе с химическими веществами, а также проанализированы вредные и опасные факторы, влияющие на здоровье человека. Были отмечены источники негативного воздействия, меры коллективной и индивидуальной защиты. Также был проведен анализ влияния данного исследования на окружающую среду и предложены меры по её защите. Кроме того, были рассмотрены вероятные ЧС и разработан порядок действий в случае их возникновения.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Драморецкая Я. С. Адсорбция углеводородов модифицированными растительными сорбентами //Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков ЛП Кулёва и НМ Кижнера, посвященной 110-летию со дня рождения профессора АГ Стромберга, 21–24 сентября 2020 г., г. Томск. – Томский политехнический университет, 2020. – С. 466-467.

2. Пешкичев И.В., Драморецкая Я.С., Макеева И.Р., Родин А.В. О разработке методики для расчетной оценки пожаровзрывобезопасности технологических процессов радиохимических производств //Забабахинские научные чтения: сборник материалов XV Международной конференции, 27 сентября – 1 октября 2021. – Снежинск: Издательство РФЯЦ – ВНИИТФ, 2021. – С. 166-167.