



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии УДК 577.175.823:543.552

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Е.В.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Е.В.	к.х.н.		



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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ

ОПОП «Аналитический контроль в химической промышленности»

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 18.03.01 Химическая технология
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение школы Отделение химической инженерии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)
 Форма представления работы:

бакалаврская работа (ВКР бакалавра / ВКР специалиста / ВКР магистранта)
--

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна

Тема работы:

Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.02.2023	<i>Литературный обзор</i>	20
05.03.2023	<i>Экспериментальная часть</i>	30
14.04.2023	<i>Результаты</i>	30
17.05.2023	<i>Разработка раздела «Социальная ответственность»</i>	10
25.05.2023	<i>Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	к.х.н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	к.х.н		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна		

Руководителю ООП/ОПОП
«Аналитический контроль в химической
промышленности»
Михеевой Елене Валентиновне
(Ф.И.О.)
От обучающегося гр. 2Д93
Шалаевой Анастасии Дмитриевны
(Ф.И.О.)

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить мне выполнение выпускной квалификационной работы в форме
бакалаврской работы

(ВКР бакалавра / ВКР специалиста / ВКР магистранта)

Индивидуальная ВКР

Групповая ВКР

по направлению подготовки (специальности):

18.03.01 «Химическая технология»

на тему:

Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной
вольтамперометрии

Разработка методики
вольтамперометрического определения
серотонина в экстрактах неплодовой части
облепихи крушиновидной

Отделение химической инженерии ТПУ

под руководством

Доцента ОХИ Михеевой Елены Валентиновны

_____ 2023 г.
(Личная подпись обучающегося)

Руководителю ООП/ОПОП
«Аналитический контроль в химической
промышленности»

Михеевой Елене Валентиновне
(Ф.И.О.)

От обучающегося гр. 2Д93
Шалаевой Анастасии Дмитриевны
(Ф.И.О.)

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу уточнить ранее утвержденную тему ВКР в форме

бакалаврской работы

(ВКР бакалавра / ВКР специалиста / ВКР магистранта)

по направлению подготовки (специальности):

18.03.01 «Химическая технология»

Ранее утвержденная тема ВКР:

Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной
вольтамперометрии

Руководитель:

доцент ОХИ Михеева Елена Валентиновна

Дата защиты ВКР:

15.06.2023

Уточненная тема ВКР:

Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной
вольтамперометрии

Разработка методики
вольтамперометрического определения
серотонина в экстрактах неплодовой части
облепихи крушиновидной

Отделение химической инженерии ТПУ

_____ 2023 г.
(Личная подпись обучающегося)

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология,
 ОПОП «Аналитический контроль в химической промышленности»
 Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Михеева Е.В.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна

Тема работы:

Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Объект исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стандарт спиртового раствора серотонина гидрохлорида с концентрацией 100 мг/м³; - неплодовые части облепихи крушиновидной. <p>Предмет исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подбор рабочих условий определения серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии ; - Количественное определение содержания серотонина в растительном сырье - Проверка правильности разработанной методики.
---	--

<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение литературного обзора по теме бакалаврской работы; 2. Описание методов исследования; 3. Постановка задачи исследования; 4. Анализ и оценка полученных экспериментальных данных; 5. Расчет финансовой составляющей, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; 6. Оценка безопасности проекта; 7. Формулировка выводов по работе.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Графическое представление полученных результатов.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Меньшикова Екатерина Валентиновна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	

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

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	к.х.н		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2Д93	Шалаевой Анастасии Дмитриевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/О ПОП	Химическая технология

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет – 362861руб. Затраты на заработную плату – 138085руб. Прочие расходы – 418,78 руб. Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч Районный коэффициент – 1,3
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налог во внебюджетные фонды 27,1% Накладные расходы – 16%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка потенциальных потребителей исследования, анализ конкурентных решений, SWOT – анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета исследований</i>	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности исследования.

Перечень графического материала:

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Календарный план-график проведения исследования</i>
4. <i>Бюджет проекта</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i>

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2Д93	Шалаевой Анастасии Дмитриевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	Химическая технология

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 – Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии Область применения – фармацевтическая промышленность Рабочая зона – научно-исследовательская лаборатория 2 корпуса НИ ТПУ: Размеры помещения 32 м²; Количество и наименование оборудования рабочей зоны: анализатор вольтамперометрический СТА; Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне – анализ проб серотонина на вольтамперометрическом анализаторе</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	<i>- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; - ПНД Ф 12.12.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения); - РД 34.03.277-93. Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа;</i>
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации: – Анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов. – Обоснование мероприятий по снижению воздействия ОВПФ.	<i>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. - повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; - производственные факторы, связанные со световой средой – отсутствие или</i>

	<p>недостатки необходимого искусственного освещения;</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные факторы, связанные с электрическим током. - производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды;
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/ при эксплуатации:	<p><i>Воздействие на селитебную зону – отсутствует;</i></p> <p><i>Воздействие на литосферу – отсутствует;</i></p> <p><i>Воздействие на гидросферу – отсутствует;</i></p> <p><i>Воздействие на атмосферу – отсутствует;</i></p>
4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации:	<p><i>Возможные ЧС:</i></p> <p><i>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</i></p> <p><i>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</i></p> <p><i>Техногенные аварии (отказ систем безопасности, нарушение целостности емкостей с токсичными веществами, пожар)</i></p> <p><i>Наиболее типичная ЧС: нарушение целостности емкостей, пожар</i></p>

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
--	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д93	Шалаева Анастасия Дмитриевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 88 с., 18 рис., 29 табл., 39 источников.

Ключевые слова: серотонин, 5-гидрокситриптамин, облепиха крушиновидная, экстракция, мацерация, дифференциальная вольтамперометрия.

Объектом исследования являются неплодовые части облепихи крушиновидной, предоставленные компанией ООО «Сибирская ягода»

Цель работы – разработка методики определения серотонина в экстрактах неплодовой части облепихи крушиновидной методом дифференциальной вольтамперометрии.

Задачи:

1. Подобрать рабочие условия определения серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии.
2. Провести количественное определение содержания серотонина в растительном сырье.
3. Провести проверку правильности разработанной методики.

В процессе исследования проводилось экстрагирование серотонина из вороха растительного сырья и его количественное определение методом дифференциальной вольтамперометрии.

В результате исследования:

- Выбраны рабочие условия определения серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии: материал электрода, скорость развертки потенциала, фоновый электролит;
- Предложена методика определения серотонина в неплодовой части облепихи крушиновидной;
- Проведено количественное определение содержания серотонина в растительном сырье;

- Проведена проверка правильности разработанной методики методами варьирования величины навески и двумя независимыми методами.

Область применения: контроль качества фармацевтических субстанций, разработка БАД с содержанием серотонина

Обозначения и сокращения

- СУЭ – стеклоуглеродный электрод
- ГЭ – графитовый электрод
- ХСЭ – хлоридсеребряный электрод
- ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография
- УВЭЖХ–ЭД – ультра высокоэффективная жидкостная хроматография с электрохимическим детектированием
- ЖХ – жидкостная хроматография
- ДВА – дифференциальная вольтамперометрия
- pH – водородный показатель
- БР – Бриттона – Робинсона
- ЦНС – центральная нервная система
- СВА – циклическая вольтамперометрия
- DPV – дифференциально-импульсная вольтамперометрия
- ФМ – финансовый менеджмент
- СО – социальная ответственность
- ВКР – выпускная квалификационная работа
- ПДК – предельно допустимая концентрация
- ЧС – чрезвычайная ситуация
- ПДУ - предельно допустимый уровень

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	17
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	18
1.1 Физико-химические свойства серотонина	19
1.2 История появления серотонина.....	20
1.3 Синтез серотонина и методы получения.....	21
1.4 Метаболизм и катаболизм серотонина.....	24
1.5 Серотонин как лекарственный препарат.....	25
1.6 Методы определения серотонина	29
1.7 Методы экстракции БАВ из растительного сырья.....	33
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	34
2.1 Объект исследования, реактивы, приборы	34
2.2 Методика приготовления экстрактов	36
2.2.1 Методика приготовления экстрактов методом трехкратной экстракции	36
2.2.2 Методика приготовления экстрактов методом четырехкратной экстракции	36
2.3 Методика определения содержания серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии	37
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	39
3.1 Выбор рабочего электрода.....	39
3.2 Выбор скорости развертки потенциала	41
3.3 Выбор фонового электролита.....	42
3.4 Вольтамперометрическое определение серотонина	43
3.5 Вольтамперометрическое определение серотонина в экстрактах растительного сырья облепихи крушиновидной.....	44
3.6 Проверка правильности разработанной методики.....	49
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	51
ВВЕДЕНИЕ	51
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	52
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	52

4.1.3 SWOT-анализ	53
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	56
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	56
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	58
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	61
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	61
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	62
4.3.3. Основная заработная плата исполнителей.....	63
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей	64
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	65
4.3.6 Накладные расходы	65
4.3.7 Прямые прочие затраты	66
4.3.8 Формирование бюджета затрат исследовательского проекта	66
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	67
Выводы по разделу	69
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	70
ВВЕДЕНИЕ	70
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	71
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	72
5.2 Производственная безопасность	73
5.2.1 Анализ потенциальных вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследований.	73
5.2.2 Анализ потенциально вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	73
5.3 Экологическая безопасность	80
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	80
Выводы по разделу	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	85

ВВЕДЕНИЕ

Облепиха крушиновидная является культурным растением, которое имеет ценные и полезные свойства, благодаря уникальности ее химического состава. В настоящее время при исследовании БАВ облепихи, особое внимание уделяется плодам, значительно слабее изучен состав ее неплодовых частей. Плоды облепихи являются источником разнообразных БАВ. Большую ценность представляют витамины А, В₁, В₂, В₃, В₆, С, Е, К и др. Однако, в составе неплодовых частей облепихи содержится медиатор центральной нервной системы – гормон серотонин. Его содержания в листьях составляет приблизительно 5%, ветках – примерно 20%. При разработке методики определения серотонина в неплодовых частях облепихи крушиновидной методом дифференциальной вольтамперометрии, можно получить дополнительный источник ценного для организма вещества.

Цель работы – разработка методики определения серотонина в экстрактах неплодовой части облепихи крушиновидной методом дифференциальной вольтамперометрии.

Задачи:

1. Подобрать рабочие условия определения серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии.
2. Провести количественное определение содержания серотонина в растительном сырье.
3. Провести проверку правильности разработанной методики.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Облепиха крушиновидная относится к семейству лоховые (Elaeagnaceae) и представляет собой сильноветвистый кустарник высотой до 5-6 м. Это светолюбивое, засухоустойчивое и морозоустойчивое растение, благодаря данным свойствам облепиху выращивают, как в условиях с оптимальным для нее климатом, так и в северных регионах. Цветет одновременно с распусканием листьев – в апреле – мае; плоды созревают в августе – сентябре [1].

Кустарник широко распространен на территории Европы, на Кавказе, Западной и Средней Азии, Монголии и Китае. На территории России облепиха произрастает во многих регионах, однако значительная ее часть занимает территории Алтая, Тувы, Бурятии. Лидером по выращиванию облепихи крушиновидной является Алтайский край – облепиховые плантации занимают площадь более 3 000 га. [2].

Облепиху культивируют как лекарственное растение, богатое витаминами А, В1, В2, В3, В6, С, Е, К и биологически активными веществами. Лекарственным сырьем является как непосредственно плод, используемый для получения облепихового масла, так и неплодовые части растения – листья, ветки, кора и корни необходимые для приготовления отваров и настоек.

Ягоды облепихи содержат большое количество полезных ингредиентов – в них в большом количестве присутствуют каротиноиды, флавоноиды, сахара, минеральные соли, пектин, фолиевая кислота, около 8 % жирных масел и другие [3].

Также, большую ценность представляют неплодовые части облепихи, в составе которых обнаружен медиатор центральной нервной системы – серотонин. Его содержание в листьях составляет приблизительно 5%, ветках – порядка 20%. В неблагоприятных условиях с суровым климатом, в которых произрастает облепиха, серотонин является стимулятором роста. Однако, на данный момент, неплодовые части облепихи – листья, ветки и кора, являются отходами производства и после сбора урожая сжигаются [4].

1.1 Физико-химические свойства серотонина

Серотонин или 5-гидрокситриптамин по химическому строению относится к биогенным аминам, классу триптаминов и является одним из незаменимых химических соединений в организме. Данное вещество относится к нейротрансмиттерам, которое обеспечивает передачу импульсов между нервными клетками.

Серотонин образуется в головном мозге и пищеварительной системе, содержится в тромбоцитах и энтерохромаффинных клетках кишечника, а также в тучных клетках и базофилах. Источником образования является L-триптофан, который является предшественником серотонина и поступает в организм с пищей. Наибольшее содержание триптофана содержится в пище, богатой животными белками, например в мясе, бананах, финиках, арахисе и др.

Серотонин, являясь тканевым гормоном, обладает широким спектром биологического действия, оказывая влияние на физиологические функции организма – сокращение гладкой мускулатуры, расширение и сужение кровеносных сосудов, регуляции кишечника и различных параметров организма.

Структурная формула серотонина представлена на рисунке 1.

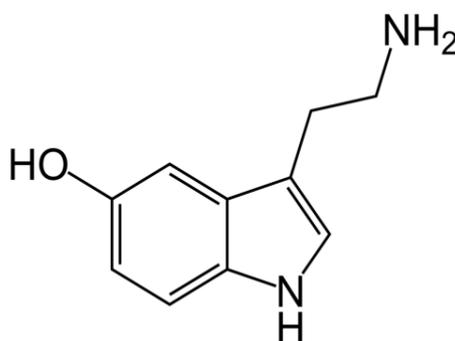


Рисунок 1 – Структурная формула серотонина

Основные свойства серотонина представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные физико-химические свойства серотонина [5,6]

Общие сведения	
Систематическое наименование	3-(2-аминоэтил)-1H-индол-5-ол
Традиционные названия	5-гидрокситриптамин, серотонин, энтерамин, тромбоцин и др.
Химическая формула	$C_{10}H_{12}N_2O$
Физические свойства	
Состояние	Твердое кристаллическое вещество, белого цвета
Молярная масса	$176,2151 \pm 0,0095$ г/моль
Плотность	$1,288 \pm 0,06$ г/см ³
Термические свойства	
Температура плавления	167,5 °С
Температура кипения	$416 \pm 30,0$ °С
Химические свойства	
Константа диссоциации кислоты $pK_a(20\text{ °C})$	10,4
Растворимость в воде	20 г/100 мл

1.2 История появления серотонина

Серотонин впервые был выявлен итальянским фармакологом Витторио Эрспамером. В 1935 году он обнаружил вещество в слизистой желудочно-кишечного тракта. Полученное соединение получило название «энтерамин». И только в 1948 году Морис Раппорт, Арда Грин и Ирвин Пейдж выявили вещество в сыворотке крови, которое приводило к сужению сосудов и повышению кровяного давления. Данное вещество назвали «серотонин». [7]

Спустя несколько лет английский фармаколог Джон Гаддум, проведя многочисленные исследования, выяснил, что серотониновые рецепторы являются неоднородными. Изучение влияния мощных психотропных препаратов, таких как ЛСД – диэтиламид Д-лизергиновой кислоты на организм, показало, что способность сокращать мышцы блокировалась, так как препарат является агонистом серотонина в периферических тканях. А свойство серотонина оказывать влияние на вегетативные нервные узлы,

возбуждая их, предотвращалось действием опиоидного анальгетика – морфина.

В настоящее время серотонин изучается как в качестве медикамента, так и в качестве потенциальной цели для различных лекарственных препаратов. Он играет важную роль в регуляции настроения, сна, аппетита, мышечного тонуса и реакции на стресс. Некоторые антидепрессанты, такие как селективные ингибиторы обратного захвата серотонина, увеличивают уровень серотонина в мозге и могут помочь улучшить настроение и снизить симптомы депрессии. Также исследуются новые лекарства, способные модулировать действие серотонина и использовать его в лечении различных психических расстройств.

1.3 Синтез серотонина и методы получения

Серотонин образуется путем последовательного гидроксирования аминокислоты триптофана. В результате чего образуется промежуточное вещество 5-гидрокситриптофан. Реакция сопровождается дальнейшим декарбосилированием гидрокситриптофана ферментом триптофандекарбосилазой [8]

Схема синтеза серотонина представлена на рисунке 2.

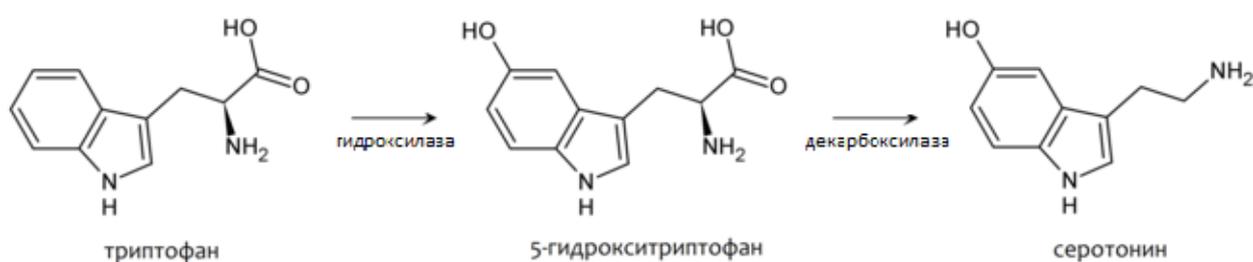


Рисунок 2 – Синтез серотонина из L-триптофана

Существуют и другие методы синтеза серотонина. Один из способов получения субстанции серотонина основан на использовании метода Фишера, представленный на рисунке 3. Исходный фенилгидразон получают по реакции Яппа-Клингемана, в которой енол 1,3 – дикарбонильного соединения

вступает в реакцию с солью арилдиазония, происходит дальнейшее расщепление 1,3 – дикарбонильного фрагмента [9].

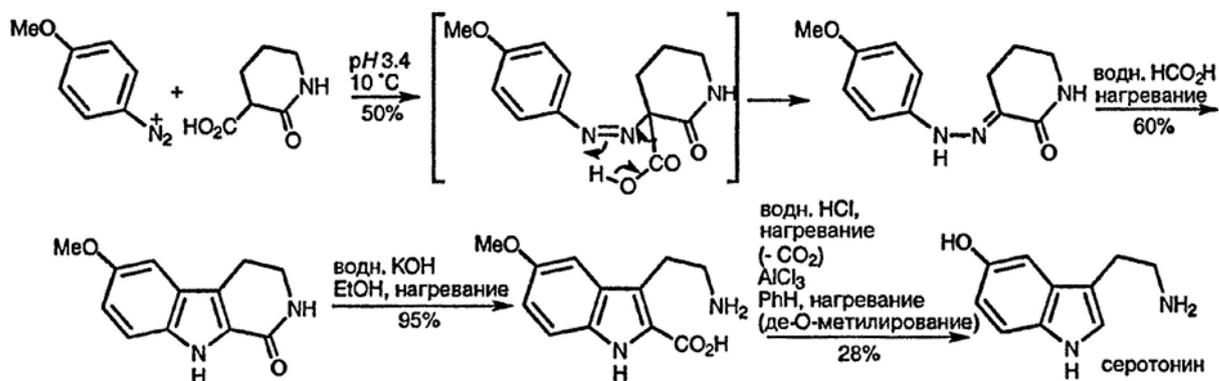


Рисунок 3 – синтез серотонина методом Фишера

Среди солей серотонина в лечебной практике обнаружены серотонина креатинин-сульфат (рисунок 4) и серотонина адипинат (рисунок 5).

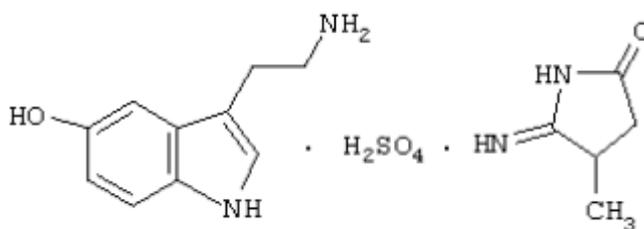


Рисунок 4 – соль серотонина креатинин-сульфат

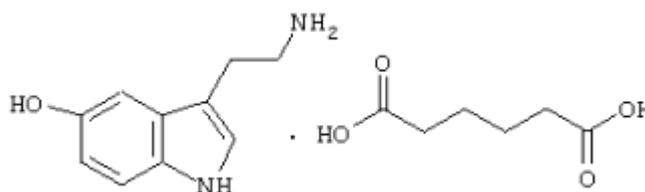


Рисунок 5 – соль серотонина адипинат

В СССР продуцировался и использовался серотонин в виде соли серотонина адипинат, который является более доступным и лучше растворимым в воде, в отличие от его аналога – креатинин-сульфата.

Существует большое количество методологических подходов к синтезу серотонина и его родственных триптаминам, большинство из них характеризуются многостадийностью процесса.

- Получение 5-алкокситриптамина из 4-алкоксифенилгидразина и диэтилацетата 4-аминомасляного альдегида

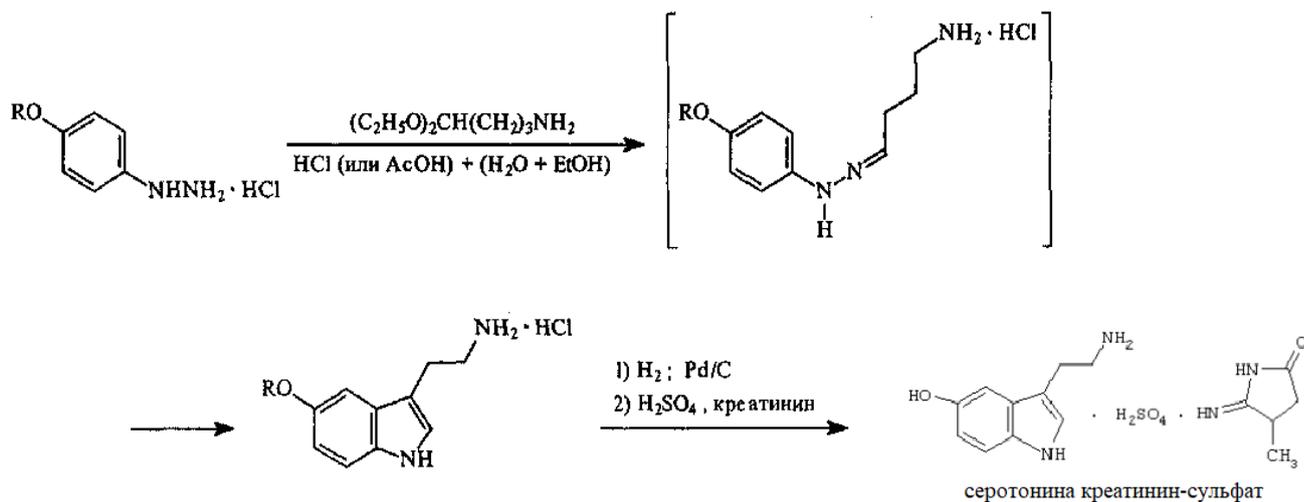


Рисунок 6 – схема синтеза серотонина креатинин-сульфата

- Введение алкоксигруппы в 5-е положение индольных структур, включая триптаминами[10].

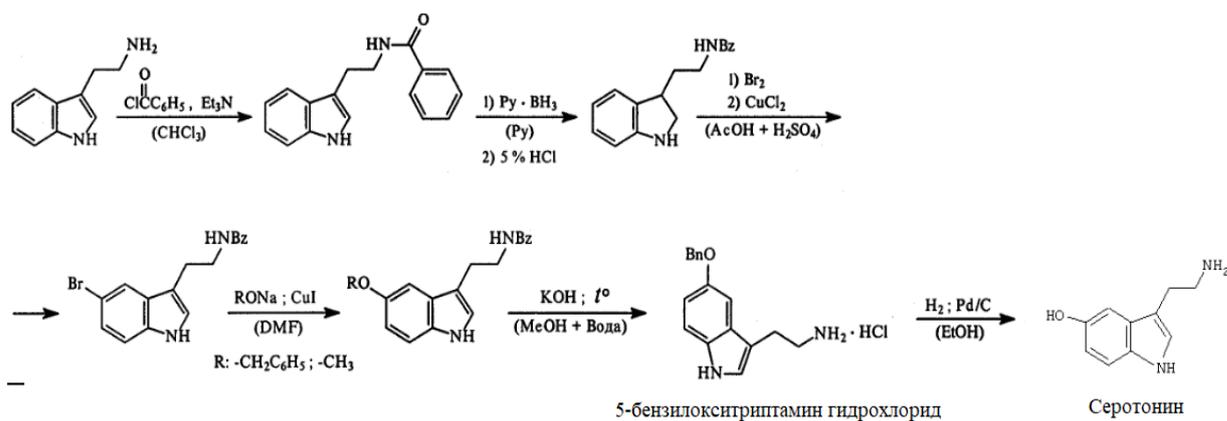


Рисунок 7 – схема синтеза серотонина

- Получение серотонина адипината из 4-бензилоксианилина и диэтилацетата 4-аминомасляного альдегида

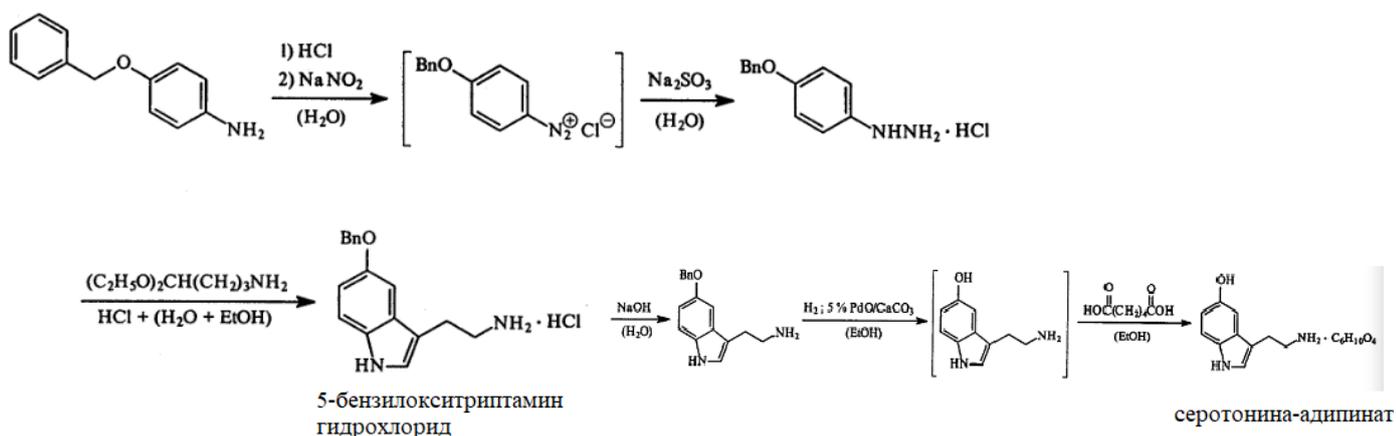


Рисунок 8 – схема синтеза серотонина-адипината

- Получение серотонина адипината из 5-бензилооксииндола и ацетата 2-нитроэтанола

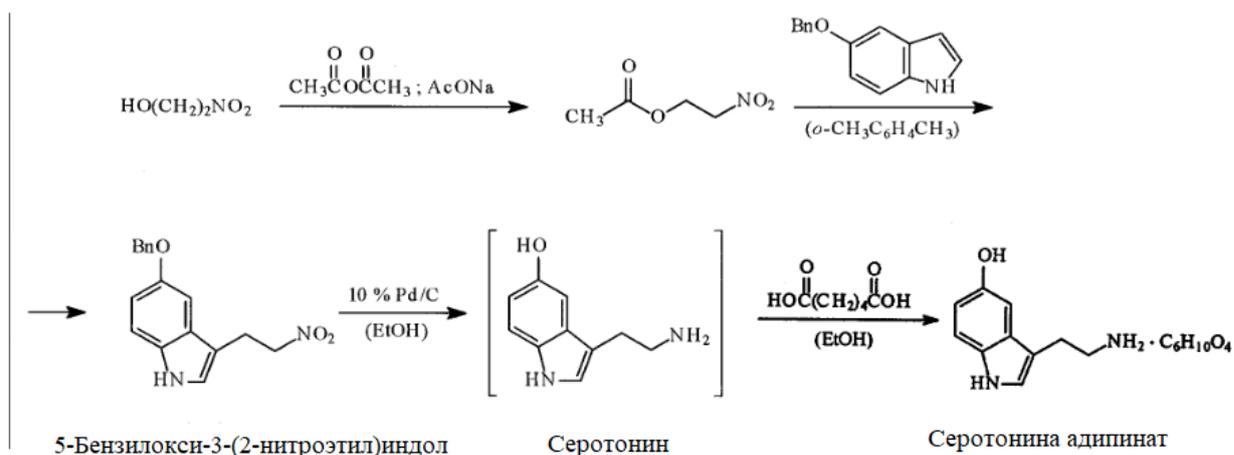


Рисунок 9 – схема синтеза серотонина адипината

1.4 Метаболизм и катаболизм серотонина.

При воздействии на серотонин фермента моноаминоксидазы, происходит превращение серотонина в 5-гидроксииндолальдегид, который в дальнейшем переходит в 5-гидрокситриптофол под действием алкогольдегидрогеназы.

Необратимо 5-гидроксииндолальдегид превращается в 5-гидроксииндолуксусную кислоту, которая в последствии выводится из организма естественным путем.

Серотонин является предшественником мелатонина. Мелатонин играет важную роль в регуляции циклов сна и бодрствования, а также иммунной

системы, нейропротекции и антиоксидантной защиты организма. Мелатонин способен образоваться под действием фермента арилалкиламин-N-ацетилтрансферазы в эпифизе.

Схема метаболизма серотонина представлена на рисунке 10.

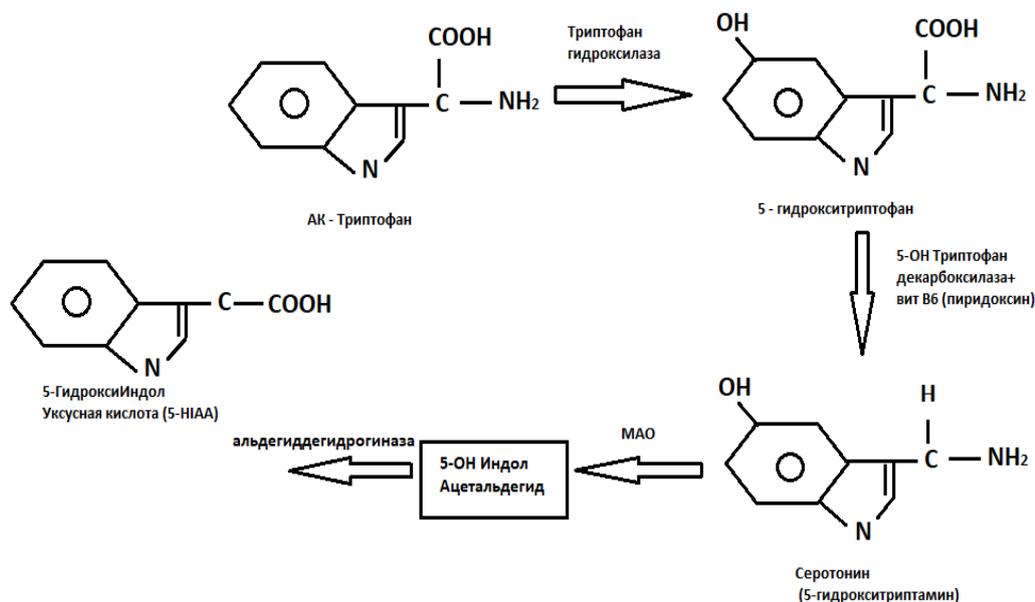


Рисунок 10 – схема метаболизма серотонина

Серотонин является важным звеном в нормализации и регуляции моторики ЖКТ, способствует секреции соляной кислоты в желудке, участвует в транспорте хлора в эпителии двенадцатиперстной кишки.

5-НТ способен регулировать в лейкоцитах процессы миграции, фагоцитоз, секрецию цитокинов.

1.5 Серотонин как лекарственный препарат

В медицинской практике серотонин используют в виде соли с адипиновой кислотой, то есть в виде серотонина адипината.

1) Серотонина адипинат (Serotonini adipinas)

Серотонина адипинат (Serotonini adipinas) — белый кристаллический порошок, не имеет запаха. Хорошо растворим в воде, трудно растворим в спирте.

Данный лекарственный препарат способен вызывать сужение кровеносных сосудов, увеличение числа тромбоцитов и сокращение гладкой мускулатуры внутренних органов. Такие эффекты могут применяться в медицинских целях для лечения различных заболеваний, связанных с болезнями сердца и кровеносных сосудов, а также для предотвращения кровотечений. Однако, без надлежащей медицинской консультации и применения в соответствии с инструкцией, такие субстанции могут нанести вред здоровью.

Серотонина адипинат применяют как кровоостанавливающее средство при болезнях с повышенным риском развития кровотечения, например при геморрагическом синдроме, основным симптомом которого является предрасположенность к кровоизлияниям на коже и слизистых оболочках. При болезни Верльгофа, характеризующейся снижением числа тромбоцитов в крови. Периио, гипо- и апластической анемии и др.

В таблице 2 представлены основные характеристики препарата «Серотонина адипинат»

Таблица 2 - Характеристики препарата «серотонина адипинат»

Лекарственная форма	Раствор для внутривенного и внутримышечного введения
Описание	Прозрачная бесцветная или слегка окрашенная жидкость со слабым запахом.
Действующее вещество	Серотонина адипинат – 10,0 мг
Вспомогательные вещества	Димеркаптопропансульфонат натрия (унитиол) 1,5 мг, вода для инъекций до 1 мл.
Фармакотерапевтическая группа	Гемостатическое средство
Фармакодинамика	Взаимодействует с серотониновыми рецепторами гладкой мускулатуры

		<p>внутренних органов и нормализует сократительную активность. Гемостатический эффект серотонина обусловлен его способностью повышать агрегацию тромбоцитов и уменьшать время кровотечения за счёт сокращения и повышения резистентности мелких кровеносных сосудов. Также серотонин вызывает сужение сосудов почек и оказывает антидиуретическое действие.</p>
Фармакокинетика		<p>При внутривенном или внутримышечном введении препарат быстро распределяется по органам и тканям, сохраняясь в плазме крови в течение 8 часов. Максимальная концентрация в крови C_{max} достигается через 0,5-1 час после внутримышечного введения. Метаболизируется путем дезаминирования. Не обладает кумулятивным действием.</p>
Испытания на подлинность	на	<p>Для испытания на подлинность используют УФ- и ИК-спектроскопию.</p> <ul style="list-style-type: none"> • УФ-спектр серотонина адипината имеет полосы поглощения с максимумами при 221 и 277 нм. • ИК-спектр серотонина адипината должен соответствовать ИК-спектру СО. • С раствором нингидрина серотонин в среде с значением $pH=7$ при нагревании характеризуется красноватой окраской.

	<ul style="list-style-type: none"> С помощью титрования в среде безводной уксусной кислоты проводят количественное определение соли серотонина адипината. Титрантом является кислота хлорная, индикатор – кристаллический фиолетовый.
--	--

2) «Динатон»

Данный препарат является аналогом «серотонина адипинат» и обладает схожими фармакодинамическими и фармакокинетическими свойствами.

В таблице 3 представлены основные характеристики препарата «Динатон»

Таблица 3 - Характеристики препарата «Динатон»

Лекарственная форма	Раствор для внутривенного и внутримышечного введения
Описание	Бесцветный или слегка окрашенный прозрачный раствор со слабым запахом сернистого водорода.
Действующее вещество	Серотонина адипинат 10 мг
Вспомогательные вещества	Унитиол – 1,5 мг, вода для инъекций – до 1 мл.
Фармакотерапевтическая группа	Гемостатическое и серотонинергическое средство.
Фармакодинамика	Гемостатический эффект серотонина обусловлен его способностью повышать агрегацию тромбоцитов и стойкость капилляров, а так же сокращением времени кровотечения. Серотонин вызывает сужение

	сосудов почек и оказывает антидиуретическое действие. Связывается с серотониновыми рецепторами гладкой мускулатуры внутренних органов и нормализует её сократительную активность (эндогенную вазомоторику, перистальтику).
Фармакокинетика	В плазме крови быстро дезаминируется и теряет свою активность. Не обладает кумулятивным действием.
Показания	Функциональная кишечная непроходимость (ФКН), Геморрагический синдром: при болезни Верльгофа, на фоне лечения цитостатиками, при острой, подострой и хронической лучевой болезни, при злокачественных новообразованиях, Анемия гипо- и апластическая, Тромбоцитопения.

1.6 Методы определения серотонина

Определение серотонина возможно несколькими методами, капиллярный электрофорез [11], спектрофотометрия [12], тонкослойная хроматография [13], ВЭЖХ [14],

Однако наиболее часто определение серотонина проводят электрохимическим методом или жидкостной хроматографией (ЖХ).

Параметры определения серотонина методом ЖХ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры количественного определения серотонина методом ВЭЖХ

Метод	Объект	Метрологические характеристики	Литература
ВЭЖХ-ЭД	Кровь, моча	<ul style="list-style-type: none"> - Скорость потока 1,0 мл/мин; - Рабочий потенциал 400-500 мВ (относительно Ag/AgCl электрода); - Время анализа – 10 мин - Нижний предел количественного определения 3 мкг/л; - Степень извлечения серотонина из мочи 99% - Степень извлечения серотонина из плазмы – 95% 	[15]
ВЭЖХ	Биологические ткани, ЦНС <i>Lymnaea stagnalis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Гомогенизация образцов в 0,1 М HCl - Подвижная фаза: цитратно-натриевый буфер (pH 3,2)–ацетонитрила (82,5:17,5, об./об.) с 2 mM натриевой соли декансульфоокислоты; - Скорость потока 100 мкл/мин; - Потенциал +750 мВ относительно Ag/AgCl электрода; - Чувствительность 50 нА; - Предел обнаружения серотонина 11,86 нг/мл для инъекции объемом 5 мкл; - Время анализа 15-20 мин 	[16]
ЖХ	Сырые (миндаль, кешью, каштан, кокос (сушеный), фундук, арахис, пекан, кедровый орех, фисташки и грецкий)	<ul style="list-style-type: none"> - Предел обнаружения 0,4 – 2,3 нг/г; - Предел количественного определения 1,0 – 7,4 нг/г; - Повторяемость/ воспроизводимость: 2% - серотонин в продуктах из орехов колеблется от $0,09 \pm 0,00$ до $8,99 \pm 0,92$ мкг/г в зависимости от содержащихся в них орехов. 	[17]
УВЭЖХ-ЭД	Сыворотка мышы	<ul style="list-style-type: none"> - Подвижная фаза: 4:96 ацетонитрил: цитратный буфер, pH = 4,3. 	[18]

		- Скорость потока 100 мкл/мин; - Рабочий электрод удерживался при напряжении 1,0 В относительно электрода сравнения Ag/AgCl с шумовым фильтром 0,5 Гц и полным диапазоном 500 нА.	
ЖХ	Грудное молоко	- Подвижная фаза: ацетатно-аммонийный буфер (рН 8,1; 50 мМ) и ацетонитрил в градиентном режиме. - Диапазон концентраций от 2 до 500 нг/мл; - Показатели валидации: Правильность 90,3-111,6% Повторяемость 0,8 – 9,3% Промежуточная точность 0,9-9,5%	[19]

Однако, в последнее время для идентификации серотонина все чаще стали использоваться электрохимические методы анализа, в частности вольтамперометрия. Некоторые параметры представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры количественного определения серотонина электрохимическими методами

Метод	Электрод	Условия определения	Объект	Метрологические характеристики	Литература
DPV, CVA	Рабочий - Стеклоуглеродный, модифицирован углеродными нанотрубками; противoeлектрод - платиновая проволока; электрод сравнения - Ag/AgCl/KCl (3,0 М	Буферный раствор – ортофосфорная кислота и ее соли в диапазоне рН 2,0-11,0. (0.15 М рН=7)	Сыворотка крови человека	Линейный динамический диапазон 5,0-900,0 мкМ Предел обнаружения (49 +- 2 нМ)	[20]

СВА	Тройной нанокompозит Ag/PPy/CuO из модифицированного СУЭ (Ag/Cu ₂ O/PPy/GCE)	Фосфатный буфер 0,1 М. рН=7.2 1 мкмоль л ⁻¹ серотонина	Сыворотка крови	Скорость сканирования 50 мВ; E = 0,467 В; Пик тока окисления 58 мкА; Линейный диапазон 0,01-250 мкМ Предел обнаружения 0,0124 мкмоль л ⁻¹ Коэффициент корреляции 0,991	
Прямая ВА	Химически модифицированный электрод окись рутения пирохлор. ХСЭ, ВЭ-из Pt проволоки	Аммиачный буфер рН=9, 0.1М	Кровь	Время накопления 45 с; Потенциал -0,2 +0,6 В; (-0,3) Предел обнаружения 2 нМ;	[21]
СВА, DPV	СУЭ, модифицированный графеновыми наноматериалами,	Фосфатно-солевой буфер 0,1 М Н ₃ РО ₄ и 0,1 М NaOH	Кровь	Потенциал 0,36 В; Ток окисления 112 мкА; Время накопления 10 с; скорость сканирования 0,1 В/с; Диапазон от 1,0 * 10 ⁻⁶ до 1,0 * 10 ⁻⁴ ;	[22]
СВА	ЭХ-сенсоры углеродными нанотрубками	Фосфатный буфер рН=7, 0.1 М	моча	Скорость сканирования 25 мВ с ⁻¹ , Потенциал 0,38 В; Ток окисления 4мкА; Пределы обнаружения 118нМ, 129 нМ, 166 нМ;	[23]

Каждый из приведенных методов детектирования серотонина имеет свои преимущества и недостатки, однако электрохимические методы, а именно вольтамперометрия, отличается от ВЭЖХ такими характеристиками, как [24]:

- Относительная простота работы;
- Низкая стоимость;
- Высокая чувствительность;
- Достаточная селективность;
- Экспрессность определения;
- Возможность автоматизации процесса измерения.

1.7 Методы экстракции БАВ из растительного сырья

Экстракция — это извлечение вещества из раствора или сухой смеси с помощью растворителя, практически не смешивающегося с исходной смесью [25].

По характеру протекания химического процесса способы экстрагирования классифицируют на:

- Статические. Сырье заливают экстрагентом и настаивают определенное количество времени.
- Динамические. В данном методе предусматривается смена экстрагента либо сырья.

По периодичности процесса выделяют:

- периодические;
- непрерывные;

К статическим периодическим методам относится мацерация или настаивания.

Измельченное сырье загружают в мацерационную емкость и настаивают при температуре 15-20°C . После настаивания вытяжку сливают, отработавшее сырье (шрот) промывают некоторым количеством экстрагента и добавляют к первоначальной вытяжке, затем извлечение отстаивают. Полученные экстракты направляют на фильтрацию.

Достоинством этого способа является простота метода и оборудования. Недостатками служат: неполнота экстракции действующих веществ, продолжительность процесса и др.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Объект исследования, реактивы, приборы

Объект исследования – ворох растительного сырья Алтайского края сбора осени 2022 и 2021 года.

Для определения серотонина в экстрактах использовалось следующее оборудование:

- Компьютеризированный анализатор «СТА» (ТУ 4215-001-20694097- 98, «ИТМ», Россия);
- В качестве рабочего электрода - стеклоуглеродный электрод (СУЭ), графитовый электрод (ГЭ). Стеклоуглеродный электрод представляет собой стеклоуглеродный стержень диаметром 1,5 – 2,0 мм, запрессованный во фторопластовый держатель диаметром 5 – 6 мм так, чтобы длина выступающей части стержня (рабочей поверхности) стеклоуглерода составляла 8 – 12 мм. Контакт электрода с прибором осуществляли с помощью металлического токоподвода и стандартного разъема.
- В качестве электрода сравнения и вспомогательного электрода использовали хлоридсеребряные электроды (ХС) – это важный и широко используемый тип электрода в электрохимии и аналитической химии. Корпус электрода выполнен из пропилена, а внутри находится керамическая пробка с полупроницаемой мембраной, заполненная 1М раствором КСl. Такое заполнение обеспечивает хорошую проводимость электролита и защиту от перехода других ионов в раствор. Внутри корпуса находится серебряная проволока, покрытая AgCl, которая играет роль чувствительного элемента электрода. Хлоридсеребряный электрод характеризуется высокой стабильностью потенциала и хорошей репродуктивностью измерений, что является важным для получения точных и надежных результатов.

В данной работе использовались следующие материалы и реактивы:

- Аттестованная смесь, с содержанием серотонина 100 мг/л;
- В качестве фоновых электролитов: буферный раствор Бриттона-Робинсона $pH = 4.01$, $pH=6,86$, растворы с концентрацией 0,1м KCl, 0,1м CH_3COOH , 0,1м H_3PO_4 , 0,1м Na_2HPO_4 , 0,1м NaOH.
- Стандартный раствор серотонина гидрохлорида (чистота 98%, производитель «Acros Organics» с концентрацией 1 мкг/мл;
- Уксусная кислота - CH_3COOH (ГОСТ 61-75);
- Вода дистиллированная – $H_2O_{дист}$ (ГОСТ 6709-72);
- Фильтры «синяя лента», марля, вата.

Растворы фоновых электролитов готовили из реактивов марки ХЧ и ОС.Ч. готовили растворением навески соответствующих солей в бидистиллированной воде.

Лабораторная мерная стеклянная посуда второго класса точности по ГОСТ 1770-74 имеет погрешность не более 0,1 мл на каждые 10 мл объема. Поэтому приготовление растворов фоновых электролитов требует точного измерения объемов, чтобы избежать пересчета концентрации раствора.

- Колбы наливные вместимостью 25,0; 50,0; 100,0; 1000,0 cm^3 предназначены для приготовления растворов, приема и указания объема жидкостей;
- Цилиндры вместимостью 10,0; 25,0 cm^3 применяются для измерения объемов жидкостей;
- Пипетки мерные лабораторные стеклянные 2 класса точности вместимостью 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 cm^3 по ГОСТ 29227-91Е служат для измерения объемов жидкостей с высокой точностью;
- Дозаторы пипеточные различной емкости типа ДПВ-1-5-40, ДПВ-1-40-200, ДПФ-1-200 или П1 предназначены для точного дозирования жидкости.

2.2 Методика приготовления экстрактов

Для экстракции серотонина из вороха растительного сырья облепихи, в качестве экстрагентов применялись [26]:

4. Раствор уксусной кислоты 5%;
5. Вода дистиллированная;

Растительной сырье подвергали экстракции методом мацерации, 3-кратной и 4-кратной экстракции.

2.2.1 Методика приготовления экстрактов методом трехкратной экстракции

Для процесса настаивания растительного сырья использовали навески массой примерно 1,00 г, которые были измельчены и просеяны через сито с размером частиц не более 1,4 мм. Далее каждую навеску настаивали в 20, 30, 40 см³ экстрагента в течение 13 минут. После этого экстракты объединяли в общем стакане. Для извлечения серотонина из растительного сырья использовали экстрагент, который является растворителем для данного соединения.

После настаивания экстракты фильтровали через ватно-марлевый фильтр и фильтр «синяя лента», которые позволяют убрать из раствора остатки растительного сырья и другие примеси.

2.2.2 Методика приготовления экстрактов методом четырехкратной экстракции

Для процесса настаивания растительного сырья использовали навески массой примерно 1,00 г, которые были измельчены и просеяны через сито с размером частиц не более 1,4 мм. Далее каждую навеску настаивали в 10, 20, 30, 40 см³ экстрагента в течение 10 минут. После этого экстракты объединяли в общем стакане. Для извлечения серотонина из растительного сырья использовали экстрагент, который является растворителем для данного соединения.

После настаивания экстракты фильтровали через ватно-марлевый фильтр и фильтр «синяя лента», которые позволяют убрать из раствора остатки растительного сырья и другие примеси.

2.3 Методика определения содержания серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии

Для исследования были использованы следующие электроды:

Стеклоуглеродный электрод широко используется в химическом анализе и электрохимии для определения концентраций различных веществ в растворах.

В данной работе, для количественного определения серотонина стеклоуглеродный электрод использовали в качестве индикаторного электрода.

Хлоридсеребряный электрод использовался как электрод сравнения и вспомогательный электрод.

В качестве фонового электролита был выбран буферный раствор Бриттона-Робинсона рН 4,01 – калий фталевокислый.

Спиртовой раствор серотонина гидрохлорида с концентрацией 100 мг/м³ был выбран в качестве стандартного раствора.

Вольтамперометрическое определение серотонин проводили в электрохимической ячейке, состоящей из 10 см³ буферного раствора рН 4.01, индикаторного СУЭ и двух хлоридсеребряных электродов. Используемые электроды подключали к вольтамперометрическому анализатору СТА. Для подтверждения чистоты фонового электролита проводили не менее трех вольтамперометрических измерений методом анодной постоянноточковой вольтамперометрии.

После получения вольтамперограмм фонового электролита, в электрохимическую ячейку дозатором вносили определенный объем пробы и

снимали вольтамперограмму анализируемого раствора в режиме первой производной.

Регистрацию вольтамперограмм электроокисления серотонина осуществляли при следующих условиях: время электролиза 10 с; потенциал электролиза 0,440 В, время успокоения 10 с, диапазон развертки потенциала от 0 до 120 мВ/с, скорость развертки потенциала 50 мВ/с.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа связана с разработкой новой методики определения серотонина в экстрактах растительного сырья облепихи методом дифференциальной вольтамперометрии. Растительное сырье, представляющее собой ворох листьев, веток и коры облепихи крушеновидной является богатым источником биологически активных веществ и, в перспективе, может использоваться для получения биологически активных добавок и премиксов для животных.

Согласно литературным данным определение серотонина возможно несколькими методами, в частности: хроматографические методы анализа (ВЭЖХ), спектрофотометрия, капиллярный электрофорез. Однако, эти способы имеют ряд существенных недостатков. В качестве главных можно выделить дороговизну анализа, высокую длительность анализа.

В последнее время для идентификации серотонина стали широко использоваться электрохимические методы, а именно вольтамперометрия, имеющая такие преимущества как: высокая чувствительность, простота исполнения, экспрессность и низкая стоимость анализа.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является оценка ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями являются:

- Фармацевтические компании, которые смогут использовать новый метод для выделения серотонина и дальнейшего изготовления БАД на его основе;
- Исследовательскими центрами и институтами, в качестве объекта исследования.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В настоящее время серотонин определяют с помощью различных методов и методик. Более применимыми и широко используемыми методами в лабораторной практике являются ВЭЖХ и вольтамперометрия. Наиболее часто для количественного определения серотонина используется метод ВЭЖХ, однако в последнее время к электрохимическим методам анализа, в частности к вольтамперометрии стали проявлять научный интерес.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя (по 5-ти балльной шкале).

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических характеристик приведена в таблице 4.1. Сравнение проводилось между используемым вольтамперометрическим методом (K_v) и конкурентным методом ВЭЖХ ($K_{вэжх}$)

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _в	Б _{вэжж}	К _в	К _{вэжж}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Точность определения	0,2	4	5	0,7	1
2. Экспрессность	0,2	5	3	1	0,5
3. Простота эксплуатации	0,1	5	3	0,5	0,3
4. Простота пробоподготовки	0,1	5	4	0,6	0,3
5. Простота оборудования	0,1	5	3	0,7	0,3
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена анализа	0,2	5	2	0,8	0,4
2. Стоимость оборудования	0,1	5	2	0,5	0,3
Итого	1	34	22	4,8	3,1

По итогам анализа оценочной карты можно сделать вывод о том, что разработка новой методики является конкурентоспособной.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – это анализ научно-исследовательского проекта, главной задачей которого является оценка его сильных и слабых сторон, возможностей и потенциальных угроз. Он состоит из следующих этапов:

- 1) Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта

Результаты первого этана SWOT-анализа представлены в таблице 4.2.

	Сильные стороны проекта: С1. Экспрессность С2. Низкие затраты на пробоподготовку С3. Низкая стоимость анализа С4. Относительная простота работы	Слабые стороны проекта: Сл1. Необходимость прибора и компьютера, с определенным программным обеспечением Сл2. Необходимость дополнительных материалов к прибору Сл3. Ошибки в работе анализатора
Возможности: В1. Разработка более дешевой и экспрессной методики анализа		

В2. Перспектива развития вольтамперометрии в фармацевтической отрасли В3. Появление новых методик вольтамперометрического определения сходных серотонину веществ		
Угрозы: У1. Развитие конкурентных методов анализа и появление новых У2. Повышение стоимость оборудования У3. Ограниченный круг потребителей		

2) Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательской работы внешним условиям окружающей среды

На данном этапе необходимо составить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 4.3-4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	+
	В2	+	+	0	+
	В3	+	+	+	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	0	0	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	+	+
	У2	0	-	-	+
	У3	+	+	+	+

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	-	-	-
	У3	-	-	-

Таким образом, составлена итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 4.7

	<p>Сильные стороны проекта: С1. Экспрессность С2. Низкие затраты на пробоподготовку С3. Низкая стоимость анализа С4. Относительная простота работы</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Необходимость прибора и компьютера, с определенным программным обеспечением Сл2. Необходимость дополнительных материалов к прибору Сл3. Ошибки в работе анализатора</p>
<p>Возможности: В1. Разработка более дешевой и экспрессной методики анализа В2. Перспектива развития вольтамперометрии в фармацевтической отрасли В3. Появление новых методик</p>	<p>Разработка более дешевой и экспрессной методики, с возможностью проводить анализ в различных объектах, позволяет данному методу внедриться в лаборатории контроля качества фармацевтических производств.</p>	<p>На скорость внедрения и перспективу использования данной методики могут негативно повлиять скорость изготовления и доставки необходимого оборудования</p>

вольтамперометрического определения сходных серотонину веществ		
Угрозы: У1. Развитие конкурентных методов анализа и появление новых У2. Повышение стоимость оборудования У3. Ограниченный круг потребителей	Сильные стороны проекта: экспрессность, простота анализа и низкая стоимость способны обеспечить необходимую конкурентоспособность представленной методики	Отсутствие спроса на новые методы анализа и развитая конкуренция оказывают негативное влияние на внедрение данной разработки в лабораторную практику.

Вывод: в результате SWOT-анализ выявлено, что слабые стороны компенсируются сильными сторонами проекта. При правильном подходе к проекту, с учетом угроз и возможностей, становится реальным внедрение данного метода в лабораторию контроля качества фармацевтической промышленности.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр – Шалаева А.Д., научный руководитель ВКР – Михеева Е.В.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, бакалавр
	3	Анализ научной литературы	Бакалавр
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, бакалавр

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Бакалавр
	8	Сопоставление результатов экспериментов 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
<i>Проведение ВКР</i>			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Составление пояснительной записки	Бакалавр

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

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

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – 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 из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5)$$

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

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

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

Календарное число дней – 365

Количество выходных дней – 52

Количество праздничных дней - 14

$$K_{\text{кал}} = \frac{365}{365-52-14} = 1,22;$$

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих условиях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
			t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$T_{ож}$, чел-дни		
1	Составление технического задания	НР	1	2	1,4	0,7	0,8
		Б	1	2	1,4	0,7	0,8
2	Изучение материалов по теме	НР	5	10	7	3,5	4,3
		Б	5	10	7	3,5	4,3
3	Анализ научной литературы	Б	10	15	12	12	14,6
4	Выбор направлений исследований	НР	1	2	1,4	0,7	0,8
		Б	1	2	1,4	0,7	0,8
5	Календарное планирование работ по теме	НР	1	2	1,4	0,7	0,8
		Б	1	2	1,4	0,7	0,8
6	Проведение лабораторных анализов	Б	17	22	19	19	23,2
7	Проведение расчетов и обоснований на основе экспериментальных данных	Б	6	8	6,8	6,8	8,3
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	НР	2	3	2,4	1,2	1,5
		Б	2	5	3,2	1,6	2,0
9	Оценка эффективности полученных результатов	НР	2	4	2,8	1,4	1,7
		Б	4	6	4,8	2,4	2,9
10	Определение целесообразности проведения ВКР	НР	5	7	5,8	2,9	3,5
		Б	5	7	5,8	2,9	3,5

11	Составление пояснительной записки	Б	15	30	21	21	25,6
----	-----------------------------------	---	----	----	----	----	------

В таблице 4.9: НР-научный руководитель; Б-бакалавр;

Общая длительность работ в рабочих условиях $T_{pi} = 82,4$ раб.дн;
длительность работ в календарных днях $T_{ki} = 100,2$ кал.дн

Продолжительность работ, выполняемых исполнителями:

- научный руководитель – 13,4 раб.дн.;
- бакалавр – 86,8 раб.дн.;

На основании полученных данных, в таблице 4.10 приведен календарный план-график исследования.

Таблица 4.10 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполни-тели	T _{ki} , кал ,дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль			март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление технического задания	Научный Руководитель, , бакалавр	0,8 0,8	■													
2	Изучение материалов по теме	Научный руководитель, бакалавр	4,3 4,3	■	■												
3	Проведение патентных исследований	Бакалавр	14, 6		■	■											
4	Выбор направлений исследования	Научный руководитель, бакалавр	0,8 0,8			■											
5	Календарное планирование работ	Научный руководитель, бакалавр	0,8 0,8			■											
6	Проведение лабораторных анализов	Бакалавр	23, 2				■	■									
7	Проведение расчетов основе экспериментальных данных	Бакалавр	8,3						■								
8	Сопоставление результатов экспериментов	Научный руководитель, бакалавр	1,5 1,6								■						

	теоретическими исследованиями														
9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр	1,7 2,9												
10	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, бакалавр	3,5 5,5												
11	Составление пояснительной записки	Бакалавр	29, 3												

Научный руководитель	Бакалавр

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальны затраты включают стоимость всех материалов, используемых в рамках научно-технического исследования. В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы в размере 20% от цены.

В таблице 4.11 представлены все расходные материалы, использовавшиеся в работе

Таблица 4.11 – Материальные затраты

№	Наименование	Ед.изм.	N _{расх}	Ц, руб	З _м , руб
1	Серотонин гидрохлорид	мг	1	61 634	73 961
2	Уксусная кислота	кг	1	890	1 068
3	Мерные цилиндры 100 мл	шт.	5	726	4 356
4	Стеклоуглеродный электрод	шт	1	1400	1680
5	Хлорсеребряный электрод	шт	2	1200	2880
6	Стакан химический на 50 см ³	шт	4	50	240
7	Конические колбы 250 мл	шт.	5	222	1332
8	Стеклянные воронки	шт.	10	151	1812
9	Наконечники для дозаторов	уп	1	1120	1344
10	Фильтровальная бумага «Синяя лента»	уп	1	765	918
11	Латексные перчатки	уп	1	501	601
12	Колба мерная на 1000 см ³	шт	1	650	780
13	Фиксанал рН 4,01	шт	1	180	216

14	Дозатор 1-канальный, переменного объема 1-40 мкл	шт	1	7120	8544
	Итого				99 750

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Амортизация начисляется на оборудование стоимостью от 40000 рублей.

Норма амортизации (H_A) в процентах рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%; \quad (6)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot C_{\text{перв}}}{100\% \cdot 12} \cdot m \quad (7)$$

Где A – ежегодная сумма амортизационных отчислений, руб;

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

H_A – норма амортизации, %;

m – время использования, мес. (23,2 дня) 0,75 месяца

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Количество, шт	$C_{\text{нач}}$, руб	T , лет	A , руб
1. Вольтамперметр «СТА-1»	1	295 000	10	1844
2. Весы аналитические	1	56 000	10	350
3. Дистиллятор	1	35 000	-	-

Итого		386 000		37194
-------	--	---------	--	-------

4.3.3. Основная заработная плата исполнителей

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

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (8)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от **предприятия** (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.13).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени в 2023 году

Показатели рабочего времени	Научный Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14

Потери рабочего времени		
- отпуск	48	-
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	299

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (11)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Z_{tc});

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

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{tc} , руб.	$K_{пр}$	K_d	K_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	39300	-	-	1,3	51090	2117	13,4	28368
Бакалавр	20064	-	-	1,3	26083	1081	86,8	93831
Итого	59364	-	-	1,3	77173	3198	100,2	122199

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (12)$$

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

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.

В таблице 4.15 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы, при $K_{\text{доп}} = 0,13$.

Таблица 4.15 – Заработная плата исполнителей исследования

Заработная плата	Научный руководитель	Бакалавр	Итого
Основная зарплата	28368	93831	122199
Дополнительная зарплата	3688	12198	15886
Итого	32056	106029	138085

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Данная статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды, рассчитываемые по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}); \quad (13)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году вводится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 4.16 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$Z_{\text{зп}}$, руб	$K_{\text{внеб}}$, %	$Z_{\text{внеб}}$, руб.
Научный руководитель	32056	27,1	8687
Бакалавр	106029	27,1	28734
Итого			37421

4.3.6 Накладные расходы

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

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = K_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 5); \quad (14)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (99750 + 37194 + 122199 + 15886 + 37421) = 49992 \text{ руб.}$$

4.3.7 Прямые прочие затраты

Прочие прямые затраты - затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием. Стоимость 1 кВт/час – составляет 5,8 руб.

Для анализатора:

$$Z_{\text{эн}} = 60 \text{ Вт} \cdot \frac{5,8 \text{ кВт/час}}{1000} \cdot 402 \text{ час} = 140 \text{ руб.}$$

Для аналитических весов:

$$Z_{\text{эн}} = 13 \text{ Вт} \cdot \frac{5,8 \text{ кВт/час}}{1000} \cdot 5 \text{ час} = 0,38 \text{ руб.}$$

Для аквадистиллятора:

$$Z_{\text{эн}} = 3,2 \text{ кВт} \cdot 5,8 \text{ кВт/час} \cdot 15 \text{ час} = 278,4 \text{ руб.}$$

Итого: 418,78 руб.

4.3.8 Формирование бюджета затрат исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.17

Таблица 4.17 – Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб	Примечания
1	Материальные затраты	99750	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	37194	Пункт 4.3.2
3	Основная заработная плата исполнителей	122199	Пункт 4.3.3

4	Дополнительная заработная плата исполнителей	15886	Пункт 4.3.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	37421	Пункт 4.3.5
6	Накладные расходы	49992	Пункт 4.3.6
7	Прямые прочие затраты	418,78	Пункт 4.3.7
8	Бюджет затрат исследования	362 861	Сумма ст 1-7

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (15)$$

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.

Результаты по расчету интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в таблице 4.18

Таблица 4.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№	Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1	Точность определения	0,2	4	5
2	Экспрессность	0,2	5	3
3	Простота эксплуатации	0,1	5	3
4	Простота пробоподготовки	0,1	5	4
5	Простота оборудования	0,1	5	3
6	Цена анализа	0,2	5	2

7	Стоимость оборудования	0,1	5	2
8	Итого	1	4,8	3,2

В таблице 4.18: Исп.1 – вольтамперометрическая методика, Исп.2 – хроматографическая методика.

Выводы по разделу

В данном разделе определена конкурентоспособность разработки, проведена оценка потенциальных потребителей исследования, анализ конкурентных решений, SWOT – анализ, а также произведено планирование этапов работ, определение трудоемкости, построение календарного графика и формирование бюджета. На основании приведенных расчетов можно сделать вывод о том, что была создана конкурентно способная разработка, соответствующая критериям ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку методики вольтамперометрического определения серотонина в экстрактах неплодовой части облепихи крушиновидной. Областью применения представленной работы может стать фармацевтическая отрасль, а именно, лаборатория по контролю качества готовой продукции.

Серотонин (3-(2-аминоэтил)-1*H*-индол-5-ол), 5-гидрокситриптамин является одним из основных нейромедиаторов. Серотонин участвует в формировании и регуляции различных физиологических параметров организма, определяет общее качество жизни человека так как тесно связан с функциями, вовлекаемыми в регуляцию настроения, сна, пищевого поведения. Поэтому разработка методик количественного определения серотонина в растительном сырье является актуальной задачей.

Одной из важных частей исследовательской работы являются эксперименты, которые проводятся в лабораторных условиях. Разработка методики проводилась в научно-исследовательской лаборатории микропримесей №228 площадью 32 м², кафедры физической и аналитической химии 2 корпуса, на компьютеризированном вольтамперометрическом анализаторе «СТА» (ТУ 4215-001-20694097-98, «ИТМ», Россия). Исследовательская работа на данном оборудовании предполагает непосредственное нахождение рабочего около основной установки, поэтому в процессе решения поставленных задач необходимо соблюдать требования безопасности и применять необходимые меры предосторожности.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном подразделе необходимо рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, описанные в Трудовом кодексе Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ [27].

При проведении исследования не исключено влияние вредных внешних факторов, негативно сказывающихся на состоянии здоровья человека. В связи с этим работник имеет право на:

- сокращение продолжительности рабочего времени;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр за счет средств работодателя;
- ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск;
- досрочный выход на пенсию.

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ каждый работник аудитории 228, 2 корпуса НИ ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

– обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

– обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

– внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Выполнение данной исследовательской работы производилось в научно-исследовательской лаборатории микропримесей № 228 площадью 32 м², корпуса №2 отделения химической инженерии НИ ТПУ. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [28].

При компоновке рабочей зоны необходимо учитывать все факторы, воздействующие на человека. Рабочее место необходимо оборудовать хорошей вентиляцией, освещенностью помещения. Электрооборудование должно иметь хорошую изоляцию, лаборатория должна быть оснащена всеми средствами пожарной защиты. Верхняя одежда работников должна храниться в закрытом шкафу. Работа с вредными и легколетучими веществами производится в вытяжных шкафах, обеспечивающих изоляцию работающих от опасной среды.

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучения, инструктажи и проверка работников на знание требований безопасности труда.

При выполнении данной работы были использованы средства индивидуальной защиты: перчатки из латекса, спецодежда.

С точки зрения воздействия на окружающую среду, данная работа не оказывает никакого негативного влияния и нет необходимости в контроле со стороны служб производственного контроля санитарных правил и норм, и служб общественного экологического контроля.

5.2 Производственная безопасность

В данном подразделе проанализированы вредные и опасные факторы, которые могут возникать при исследовании разработки методики электрохимического определения серотонина в лабораторных условиях.

5.2.1 Анализ потенциальных вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследований.

Объект исследования – растительное сырье, не представляющее угрозы для человека и окружающей среды, однако при проведении опытов в работе использовалось небольшое количество уксусной кислоты 5%. Уксусная кислота относится к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76 [29]. Предельно допустимая концентрация паров уксусной кислоты в воздухе рабочей зоны (ПДК) - 5 мг/м³. При превышении предельно допустимой концентрации пары уксусной кислоты действуют раздражающе на слизистую оболочку верхних дыхательных путей; уксусная кислота вызывает также ожоги кожи. Поэтому разбавление производилось в вытяжном шкафу с использованием индивидуальных средств защиты.

5.2.2 Анализ потенциально вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте, представлены в таблице 1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра ботка	Изгото вление	Эксплу атация	
1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки
2. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики и шума	-	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий ГОСТ 12.1.019 (с изм. №1) ССБТ.
3. Пожаровзрывоопасность	-	-	-	Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
4. Производственные факторы, связанные с электрическим током	+	+	+	
5. Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	-	-	-	

Такие факторы, как отклонения микроклимата, шум и электрический ток, создаются физическими свойствами и характеристиками состояния материальных объектов производственной среды, в то время как органические вещества и растворители разного класса опасности относятся к группе, порождаемой химическими и физико-химическими свойствами находящихся

в рабочей зоне веществ и материалов. Рассмотрим более подробно каждый из них.

В аудитории 228, 2 корпуса ТПУ имеется общее равномерное освещение. Согласно требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 применяется совмещенная система освещения. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК осуществляется системой общего равномерного освещения [30].

Нормы искусственного освещения учебных и учебно-производственных помещений профессиональных образовательных организаций представлены в таблице 2.

Таблица 5.2 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [31]

Помещение	Искусственное освещение		
	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации $K_{П}$, %, не более
Кабинеты	300	40	$\leq 5\%$ (работа с ЭВМ) $\leq 20\%$ (работа с документацией)

Освещенность на поверхности стола должна лежать в пределах 300 – 500 лк и не создавать бликов на поверхности экрана. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. Освещенность от светильников системы общего освещения должна составлять не менее 200 лк [31]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [31]. При совмещенном освещении нормируемую освещенность в учебных и учебно-производственных помещениях общеобразовательных и профессиональных образовательных организаций следует повышать по шкале освещенности, представленной в СП 52.13330.2016 [31].

Освещенность в аудитории 228, 2 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам [32].

Микроклимат производственных лабораторий – это климат внутренней среды, которая определяется действующими на организм человека сочетаниями таких параметров, как температура, влажность, скорость движения воздуха, а также в некоторых случаях интенсивность теплового излучения от нагреваемых поверхностей. Несоответствие этих факторов оптимальным микроклиматическим условиям в долговременной перспективе может привести к профессиональным заболеваниям

Нормальная жизнедеятельность и высокая работоспособность человека являются возможно только при наличии баланса между производством тепла и его выделением в окружающую среду. Высокая влажность воздуха (более 70%) отрицательно влияет на теплообмен. Если температура воздуха высокая (более 30 °С), то повышенная влажность, затрудняющая испарение пота, приводит к перегреву. При низких температурах повышенная влажность воздуха способствует более сильному охлаждению.

Таблица 5.3 – Оптимальные величины показателей микроклимата лаборатории

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	20-22	19-23	60-40	0,2

Влажность воздуха не должна превышать 40 – 60 %, скорость движения воздуха 0,2 м/с. В лаборатории создание микроклимата обеспечивается приточной вытяжной вентиляцией. Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время используют центральное отопление.

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы. Микроклимат аудитории 228, 2 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам [32].

Для разработки метода и проведения исследований в работе использовалось оборудование – вольтамперметрический анализатор, который является источником шума.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [33] уровень звука в помещении не должен превышать 55 дБА. Для предотвращения негативного воздействия, приборы установлены на фундамены и амортизирующие прокладки.

Меры соблюдение гигиенических нормативов и снижение риска, связанного с воздействием шума на работников включают: проектирование рабочих мест с учетом допустимого уровня риска; использование малошумных машин; оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте; создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов; контроль правильности использования средств индивидуальной защиты от шума; проведение периодического контроля шума на рабочих местах и другие.

Уровень шума в аудитории 228, 2 корпуса НИ ТПУ не более 55 дБА и соответствует нормам [33].

В учебной лаборатории эксплуатируется большое количество электрического оборудования, представляющие потенциальную опасность из-за возможности поражения электрическим током, пожаров. По опасности поражения электрическим током помещение № 228, 2 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [34].

Техническими причинами электротравм являются:

- дефекты устройства электроустановок и защитных средств (брак при их изготовлении, монтаже и ремонте);
- неисправности электроустановок и защитных средств, возникшие в процессе эксплуатации; – несоответствие типа электроустановки и защитных средств условиям применения;
- использование электроустановок, не принятых в эксплуатацию;
- использование защитных средств с истекшим сроком периодических испытаний

В нормативном документе ГОСТ 12.1.019-2017 приведены средства защиты при различных случаях [34].

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током используется защитное заземление, зануление, изоляция нетоковедущих частей. Перед выполнением экспериментов необходимо проводить инструктаж по технике безопасности. При проведении экспериментов необходимо постоянно наблюдать за ходом эксперимента, установкой.

К защитным средствам, используемым в лаборатории при работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В, согласно ГОСТ 12.1.019-2017 относятся [35]:

1. устройства защитного заземления и зануления;
2. устройства защитного отключения;
3. защитные оболочки, ограждения и барьеры;
4. предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности;
5. основные изолирующие средства: диэлектрические перчатки; инструменты с изолированными рукоятками; указатели напряжения.

б. дополнительные изолирующие средства: диэлектрические резиновые ковры; изолирующие подставки.

Электроустановки в аудитории 228 2 корпуса ТПУ выполнены в соответствии с требованиями ПУЭ [34]

Пожары возникают вследствие взаимодействия открытого огня с огнеопасными веществами, применяемыми в научно-исследовательской работе (акриламид, этанол и т.д.). В соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в лаборатории возможно возникновение следующих классов пожаров [35]:

1. класс А – пожары твердых горючих веществ и материалов;
2. класс Е – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

К возникновению пожаров данных классов может привести нарушение порядка хранения пожароопасных материалов, нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, применение неисправных осветительных приборов, электропроводки и устройств, дающих замыкание, курение в неустановленных местах.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещение лаборатории относится к категории В1–В4 (пожароопасность), поскольку в данном помещении находятся горючие и трудногорючие вещества и материалы (картон, бумага, пластмассы и так далее). Ввиду наличия данных веществ и материалов пожароопасные зоны относятся к классу П-Па и требуют применения пожарозащищенного электрооборудования согласно ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [35].

Для профилактики пожаров подобного рода необходимо осуществление следующего ряда предупреждающих мер: перед работой с оборудованием работник обязан пройти инструктаж по технике безопасности и по пожарной безопасности; оборудование не должно загромождать пути эвакуации в случае ЧС и закрывать собой предупредительные знаки и сигналы; около каждой

электроустановки должен быть автомат аварийного отключения электроэнергии, а в электрической цепи присутствовать устройство защитного отключения; все лабораторные помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности согласно ГОСТ 12.1.004-91 [36] и иметь необходимые средства пожарной безопасности согласно ГОСТ 12.4.009-83 [37], такие как пожарная сигнализация, один порошковый и углекислотный огнетушитель, один пожарный ящик с песком. Условия труда по пожарной опасности соответствует допустимым по результатам проведения СОУТ в НИ ТПУ в 2022 году [32].

5.3 Экологическая безопасность

В лабораторных условиях используются жидкие экстракты из растительного сырья облепихи, которые по окончании исследований утилизируются в систему канализации, так как по своей природе они не опасны для окружающей среды. Данная работа не подразумевает отходов, влияющих на атмосферу и литосферу.

С точки зрения охраны окружающей среды выполнение работы на тему «Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии» не оказывает влияния на окружающую среду.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Растительное сырье в чистом виде не опасно, данная работа не подразумевает ЧС, исходящие от объекта исследования.

Несчастные случаи или чрезвычайные ситуации могут возникнуть в результате несоблюдения правил техники безопасности персоналом лаборатории, а также вследствие внешних антропогенных и неантропогенных факторов, к которым относятся: пожары и взрывы; внезапное обрушение зданий; землетрясения; метеорологические и агрометеорологические явления.

Для химической лаборатории самыми распространенными являются проливы и выбросы опасных химических веществ. Работы по ликвидации разливов следует проводить в средствах индивидуальной защиты (СИЗ), таких

как фартук прорезиненный, очки защитные, кислотнo-щелочные перчатки, маска полнолицевая, специальная обувь.

Если пролита концентрированная кислота/щелочь, то необходимо засыпать место пролива сорбентом, или сорбирующим материалом (впитывающие салфетки, рулоны, бoны, подушки), затем удалить пропитанный сорбент пластиковым совком и смёткой, после чего промыть место пролива большим количеством воды, промыть перчатки под струей проточной воды, просушить. При ликвидации разливов неизвестного объема, последовательно засыпать участок разлива слоем сорбента не менее 5-7 см превышающим уровень жидкости. Время контакта сорбента с концентрированной кислотой/щелочью должно быть не менее 1 часа. Отработанный сорбент следует собрать, закрыть плотной крышкой и вынести в ближайшее место накопления отходов. После необходимо промыть место пролива водой и вытереть насухо склизамн.

При проливе ЛВЖ и горючих жидкостей (ГЖ) необходимо немедленно обесточить все приборы и принять меры, обеспечивающие индивидуальную защиту. Место пролива ЛВЖ и ГЖ следует засыпать сорбентом или промыть водой. При ликвидации разливов необходимо действовать так же, как и в случае пролива кислот/щелочей.

При обнаружении первых признаков пожара (запах дыма, отблески пламени, искры) работник по возможности должен принять меры по тушению пожара в начальной стадии первичными средствами пожаротушения с соблюдением мер предосторожности.

Для возможных чрезвычайных ситуаций неантропогенного характера, обусловленных географическим расположением региона нахождения фармацевтического предприятия, предусматривается определенная защита сооружения и разработка план эвакуации.

Мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций представлены ниже согласно ГОСТ Р 22.3.03-94 [36]:

– систематическая диагностика оборудования;

- обслуживание и ремонт вентиляторов, вытяжных шкафов, осветительных приборов;
- наличие современных сигнализаций и приборов контроля в помещении для исследования;
- систематический инструктаж персонала;
- планы поддержания рабочего состояния лаборатории после чрезвычайной ситуации или катастрофы;
- план реагирования в случае террористических действий

Выводы по разделу

В данном разделе рассмотрели вопросы, затрагивающие права работника на труд, промышленную безопасность и охрану окружающей среды, а также возможные негативные последствия и ущерб здоровью работника в лаборатории при проведении исследования на тему «Определение серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении исследования по количественному определению серотонина в растительном сырье методом дифференциальной вольтамперометрии были получены следующие результаты:

1. Обобщены литературные данные по определению серотонина различными методами;
2. Выбраны рабочие условия определения серотонина методом дифференциальной вольтамперометрии: материал электрода, скорость развертки потенциала, фоновый электролит;
3. Предложена методика определения серотонина в неплодовой части облепихи крушиновидной;
4. Проведена проверка правильности разработанной методики методами варьирования величины навески и двумя независимыми методами

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Облепиха крушиновидная - *Hipporhae rhamnoides* [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/fruits/085.htm>, свободный. – Заглавие с экрана. — (Дата обращения: 03.02.2022).
2. Nayik G. A., Gull A. *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits*. – Springer Nature.
3. Gradt I. et al. Chemical composition of sea buckthorn leaves, branches and bark //Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 2017. – Т. 3. – С. 211-216.
4. Азарова О.В. Кора и побеги облепихи крушиновидной - новый сырьевой источник биологически активных веществ: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 1998. - 19 с.
5. Serotonin (Compound) [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5202>, свободный. – Заглавие с экрана. — (Дата обращения: 04.02.2022).
6. Serotonin [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.5013.html>, свободный – Заглавие с экрана. — (Дата обращения: 04.02.2022).
7. Шилов Ю. Е. Новые методы определения метаболитов триптофана в тромбоцитах и плазме крови человека для лабораторной диагностики депрессивных расстройств : дис. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. 2014. - 146 с.
8. Serotonin: biological properties and its receptors / M. Z. Akhmetova et al.
9. Джоуль Д., Миллс К. Химия гетероциклических соединений. – Мир, 2004.
10. Алферов А. В. и др. Способ получения серотонина и его фармакологических солей. – 2004.
11. Peterson Z. D., Lee M. L., Graves S. W. Determination of serotonin and its precursors in human plasma by capillary electrophoresis–electrospray ionization–time-of-flight mass spectrometry //Journal of Chromatography B. – 2004. – Т. 810. – №. 1. – С. 101-110.

12. Qingzhe Jin, Liang Shan, Jinhuan Yue, Xingguo Wang // Food Chemistry. 2008. Vol.108. № 1.P.779-783.
13. Noriyuki Kato, Takashi Kojima, Shinji Yoshiyagawa, Hikoto Ohta, Akira Toriba, Hideo Nishimura, Kazuichi Hayakawa // Journal of Chromatography A. 2007. Vol. 1145. №1. P. 229-233.
14. Dalin Ly, Kiyoon Kang, Jang-Yeol Choi, Atsushi Ishihara, Kyoungwhan Back, and Seong-Gene Lee //JOURNAL OF MEDICINAL FOOD J Med Food. A.2008. vol. 11. №2. P. 385–389.
15. Золкина И.В., Мамедов И.С., Глаговский П.Б., Овчинникова К.А. Количественное определение серотонина в крови и моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с электрохимической детекцией // Лабораторная служба. – 2016. №.3. – С. 44 – 45.
16. Patel, B. A., Arundell, M., Parker, K. H., Yeoman, M. S., & O’Hare, D //Journal of Chromatography A. 2008. Vol. 818. №2. P. 269-276.
17. Yılmaz, C., Taş, N. G., Kocadağlı, T., & Gökmen, V. //Food Chemistry, A. 2019. Vol. 272. P. 347–353.
18. Mailman R. B., Kilts C. D. Analytical considerations for quantitative determination of serotonin and its metabolically related products in biological matrices //Clinical chemistry. – 1985. – Т. 31. – №. 11. – С. 1849-1854.
19. Weisskopf, E., Panchaud, A., Nguyen, K. A., Grosjean, D., Hascoët, J.-M., Csajka, C., ... Ansermot, N. //Journal of Chromatography A. 2017. Vol. 1057. P. 101–109.
20. Mazloum-Ardakani, M., & Khoshroo, A.//Journal of Electroanalytical Chemistry A.2014. Vol. 717-718. P. 17-23.
21. Zen, J.-M., Chen, I.-L., & Shih, Y.//Analytica Chimica Acta A. 1998. Vol. 369. №1-2. P .103–108.
22. Kim, S. K., Kim, D., & Jeon //Chemical A. 2012. Vol. 174. P. 285–291.
23. Fayemi, O. E., Adekunle, A. S., & Ebenso, E. E //Sensing and Bio-Sensing Research A. 2014. Vol. 13. P. 17–27.

24. Сычев С. Н., Гаврилина В. А. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем. – 2013.
25. Коничев А. С. и др. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки //Географическая среда и живые системы. – 2011. – №. 3. – С. 49-54.
26. Пат. 2533818 Российская Федерация, МПК А61К31/4045 (2006.01), А61К36/72 (2006.01), В01D11/02 (2006.01). Способ получения порошковых препаратов, содержащих серотонин из неплодовых частей облепехи. / Рычков Д.А., Болдырева Е.В.; заявитель и патентообладатель НГУ (RU) - N2013122248/04; заявл.14.05.13; опубл. 20.11.14, бюл. № 32. - бс.
27. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (с изменениями на 19 декабря 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2023 года).
28. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Применяется с 01.01.1979.
29. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Применяется с 01.01.1977.
30. СанПиН 2.2.2/2.4.2732-10 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Применяется с 26.11.2010.
31. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменениями N 1, 2)/ Применяется с 08.05.2017 взамен СП 52.13330.2011
32. Специальная оценка условий труда в ТПУ (СОУТ ТПУ), 2018.

33. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
34. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.1 Общая часть (Издание седьмое). Применяется с 01.01.2003.
35. ГОСТ 12.1.019-2017 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов.
36. ГОСТ Р 22.3.03-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения. Применяется с 01.01.1996.
37. Федеральным законом «Технический регламент о требования пожарной безопасности»
38. ГОСТ 12.1.004-91". Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования"
39. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.