

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения</b>

УДК 547.814.5-36:543:582.639

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д6Б	Винницкая Мария Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Губа Галина Яковлевна	к.х.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., ассистент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии
P4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве, ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации

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 (специальность) 18.03.01 «Химическая технология»  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение химической инженерии  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.01.2020	Обзор литературы	20
13.03.2020	Выполнение экспериментов	30
14.04.2020	Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.04.2020	Разработка раздела «Социальная ответственность»	10
20.05.2020	Обработка результатов	30

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Губа Г.Я.	к.х.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

Руководителю отделения (НОЦ школы)  
химической инженерии  
(название отделения (НОЦ) школы)  
Михеева Елена Валентиновна  
(Ф.И.О.)  
От студента гр. 2Д6Б  
Винницкой Марии Сергеевны  
(Ф.И.О.)

### ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить мне выполнение выпускной квалификационной работы в форме

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)  
по направлению подготовки (специальности):

18.03.01 «Химическая технология»


на тему:

Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения  
под руководством

Доцент ОХИ, Губа Галина Яковлевна

(должность и Ф.И.О. руководителя)

02 сентября 2019 г.

  
(Личная подпись студента)

### ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу уточнить ранее утвержденную тематику ВКР в форме

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)  
по направлению подготовки (специальности):

18.03.01 «Химическая технология»

Ранее утвержденная тема ВКР:

Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения

Руководитель:

Доцент ОХИ, Губа Галина Яковлевна


Дата защиты ВКР:

17 июня 2020 года

Уточненная тема ВКР:

Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения

10 февраля 2020 г.

  
(Личная подпись студента)

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 (специальность) 18.03.01 «Химическая технология»  
 Отделение химической инженерии

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Михеева Е.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Д6Б	Винницкой Марии Сергеевне

Тема работы:

Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 62-47/с от 02.03.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2020 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – лабазник вязолистный. Сравнить микроволновой метод экстракции с методом нагрева на водяной бане.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Аналитический обзор литературы. Объекты и методы исследования. Экспериментальные результаты и их обсуждение. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность. Заключение по работе.
<b>Перечень графического материала</b>	Графическое представление полученных результатов.

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Татьяна Борисовна
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	02.09.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОХИ	Губа Г.Я.	к.х.н., доцент		02.09.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Д6Б	Винницкая Мария Сергеевна		02.09.2019 г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д6Б	Винницкая Мария Сергеевна

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение химической инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Химическая технология

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

<i>1. Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ».
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- коэффициент доплат – 0,2; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации 20%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2 %

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

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
<i>Формирование плана и графика разработки проекта</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
<i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Определение затрат на проектирование (смета затрат)
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Календарный план график проведения работ</li> </ol>
---

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Д6Б	Винницкая Мария Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д6Б	Винницкая Мария Сергеевна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОХИ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.04.01 Химическая технология

Тема ВКР:

<b>Определение флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях микроволнового облучения</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Изучить экстракцию флавоноидов из лабазника вязолистного в условиях микроволнового облучения. Микроволновая экстракция флавоноидов проводилась в ОХИ НИ ТПУ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отклонение показателей микроклимата;</li> <li>- превышение уровня шума;</li> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- электробезопасность;</li> <li>- противопожарная защита.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- защита атмосферы;</li> <li>- защита гидросферы;</li> <li>- защита литосферы;</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>



Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент ООД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., ассистент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ДББ	Винницкая Мария Сергеевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа изложена на – 90 с., содержит 21 – рисунков, 36 – таблиц, 66 – источников литературы.

Ключевые слова: микроволновое облучение, экстракция, лабазник вязолистный, экстрагент, УФ-спектр, флавоноиды, спектрофотометрический анализ.

Объект исследования: лабазник вязолистный.

Предмет исследования: изучение экстракции флавоноидов из лабазника вязолистного.

Цель работы: определение флавоноидов в лабазнике вязолистном с использованием микроволнового облучения (МВО).

В процессе работы проводились исследования по поиску оптимальных условий определения флавоноидов в лабазнике вязолистном в условиях МВО. Полученные результаты исследования могут быть использованы для разработки методики определения флавоноидов в экстракте ЛБВ.

Руководитель: к.х.н., доцент Г.Я. Губа.

Выполнил: бакалавр группы 2Д6Б Винницкая М.С.

## Условные обозначения и сокращения

ЛБВ – лабазник вязолистный

БАВ – биологически активные вещества

ВБ – водяная баня

ВСС – водно-спиртовая смесь

ЛРС – лекарственное растительное сырьё

МВО – микроволновое облучение

УФ-спектры – спектры ультрафиолетового излучения (поглощения)

УФ – ультрафиолетовое

$\text{AlCl}_3$  – хлористый алюминий (III)

## Содержание

<b>Введение</b> .....	15
<b>Глава 1. Обзор литературы</b> .....	17
1.1 Лабазник вязолистный. Ботаническое описание, распространение, химический состав, фармакологические свойства .....	17
1.2 Флавоноиды. Строение, классификация и физико-химические свойства .....	18
1.3 Методы экстракции флавоноидов из растительного сырья .....	22
1.3.1 Метод мацерации .....	27
1.3.2 Метод перколяции .....	27
1.3.3 Ультразвуковая экстракция .....	28
1.3.4 Микроволновая экстракция .....	29
1.4 Методы идентификации флавоноидов из ЛРС .....	32
<b>Глава 2. Экспериментальная часть</b> .....	36
2.1 Объекты и методы исследования.....	36
2.2 Оборудование и реактивы.....	36
2.3 Извлечение флавоноидов в условиях МВО и на водяной бане .....	37
2.4 Метод проведения гидролиза гликозидов флавоноидов .....	38
2.5 Метод количественного определения флавоноидов.....	39
<b>Глава 3. Результаты и обсуждение</b> .....	40
3.1 Экстракция флавоноидов из лабазника вязолистного в условиях МВО.....	40
3.2 Гидролиз гликозидов в экстракте ЛБВ в условиях МВО .....	42
3.3 Определение флавоноидов в экстракте ЛБВ по реакции комплексообразования с $AlCl_3$ .....	45
3.4 Определение содержания флавоноидов в экстракте ЛБВ .....	47
3.5 Сравнительный анализ определения флавоноидов при конвекционном нагреве и в условия МВО.....	49
<b>Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b> .....	50

4.1	Общая характеристика исследовательской работы .....	50
4.2	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	50
4.2.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	50
4.2.2	Анализ конкурентных технических решений .....	51
4.2.3	SWOT-анализ .....	52
4.3	Планирование исследовательских работ.....	55
4.3.1	Структура работ в рамках исследования .....	55
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	57
4.3.3	Разработка графика проведения исследования в рамках ВКР ....	58
4.4	Бюджет технического исследования .....	61
4.4.1	Расчет материальных затрат.....	61
4.4.2	Расчет затрат на оборудование для экспериментальных работ ..	62
4.4.3	Расчет основной заработной платы .....	62
4.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .	64
4.4.5	Накладные расходы .....	65
4.4.6	Формирование бюджета затрат .....	65
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	66
<b>Глава 5. Социальная ответственность.....</b>		<b>69</b>
Введение .....		69
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	70
5.2	Производственная безопасность.....	71
5.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	72
5.2.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	73
5.2.3	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	74

5.3 Экологическая безопасность.....	78
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	79
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований .....	79
5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	79
5.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	80
<b>Заключение .....</b>	<b>82</b>
<b>Список публикаций студента .....</b>	<b>83</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>84</b>

## Введение

Лекарственное растительное сырье и препараты на его основе на сегодняшний день широко используются в медицинской практике. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 80% населения мира используют фитопрепараты для лечения и профилактики различных заболеваний.

ЛРС предоставляет неограниченные возможности для производства лекарственных препаратов из-за непревзойденной доступности химического разнообразия, что влечет за собой увеличение интереса во всем мире.

Ввиду того, что ЛРС содержит большое количество различных биологически активных соединений, особый интерес уделяется аналитическим методам, которые включают в себя определение флавоноидов с помощью спектрофотометрического анализа. Так же нужно отметить, что 60% флавоноидов определяются методом УФ-спектроскопии.

В последнее время большой интерес уделяется поиску и созданию новых ресурсоэффективных и энергосберегающих технологий при переработке ЛРС. Одним из эффективных, современных и перспективных направлений считают применение микроволнового излучения.

Микроволновая экстракция извлечений из ЛРС широко используется в наше время для извлечения БАВ. Это обусловлено тем, что метод МВО экономичен, является экологически чистой технологией производства, позволяет сократить время и ресурсы, повышает выход конечного продукта.

В качестве объекта исследований нами выбран лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*). Лабазник вязолистный – многолетнее травянистое растение, произрастающее на территории всей европейской части России, Западной и Восточной Сибири. В народной медицине надземную часть ЛБВ используют в качестве противовоспалительного, антиоксидантного, ноотропного средства.

**Целью** данной работы является определение флавоноидов в ЛБВ с использованием МВО.

Для достижения поставленной цели, были определены следующие **задачи**:

- определить оптимальные условия экстракции флавоноидов из ЛБВ в условиях МВО;
- исследовать влияние МВО на гидролиз гликозидов в экстракте ЛБВ;
- изучить реакцию комплексообразования флавоноидов с  $AlCl_3$  в экстракте ЛБВ;
- провести сравнительный анализ определения флавоноидов при конвекционном нагреве и в условиях МВО.

#### **Научная новизна работы.**

Впервые исследовано оптимальное время экстракции флавоноидов из ЛБВ, выявлено, что в условиях МВО экстракция протекает в 2 раза быстрее, чем на ВБ. Исследовано влияние МВО на гидролиз гликозидов в экстракте ЛБВ, определено, что гидролиз гликозидов в условиях МВО протекает в 8 раз быстрее, чем на ВБ. Подобрано оптимальное время проведения реакции комплексообразования с  $AlCl_3$ .

#### **Практическая ценность.**

Применение метода МВО при определении флавоноидов в экстракте ЛБВ позволяет сократить вдвое время экстракции и в 8 раз гидролиз гликозидов. Полученные данные в дальнейшем могут быть использованы при разработке методики экстракции флавоноидов из ЛБВ в условиях МВО.



## **Глава 1. Обзор литературы**

Обзор существующей литературы по теме исследования является первым важным шагом при осуществлении исследовательской работы, формирующий его основу. В данной главе будет рассмотрен обзор литературы, а именно, лабазник вязолистный, его ботаническое описание, химический состав, фармакологические свойства; флавоноиды, их строение, физико-химические свойства; методы экстракции из растительного сырья и их идентификация.

### **1.1 Лабазник вязолистный. Ботаническое описание, распространение, химический состав, фармакологические свойства**

Лабазник вязолистный является многолетним травянистым растением из семейства розоцветных. Обладает мочковатой корневой системой. Стебель высотой 1-2 м прямостоячий, густо облиственный, ветвистый. Крупные листья достигающие 30 см в длину, прерывисто-перистые, с надрезанно-пильчатыми листочками. Сверху листья темно-зеленые, голые, снизу – беловойлочные. Лабазник вязолистный имеет кремово-белые цветы длиной от 3 до 15 см, расположенные близко друг к другу, имеющих очень сильный, сладкий запах. Плоды – коричневые семянки, созревающие в конце лета. Высота растения достигает 1,5—2 м. Цветет довольно продолжительный период с июня по август[1,2].

Лабазник вязолистный широко распространен практически по всей европейской части России, Западной и Восточной Сибири. Предпочитает переувлажненные места, сырые и болотистые луга, берега лесных ручьев, сырые и заболоченные леса разных типов. Часто образует сплошные, с трудом проходимые заросли в поймах небольших лесных речек[3].

В качестве лекарственного сырья используют цветки, корневища с корнями и надземную часть лабазника вязолистного. Цветки заготавливают в

фазу массового цветения, которая у лабазника вязолистного приходится на июнь – июль, срезая их без листьев.

Корневища с корнями выкапывают осенью или ранней весной, отряхивают от земли, отрезают надземную часть и моют в холодной воде. Сырье сушат в хорошо проветриваемых помещениях. Сушёное сырье хранят в течение 3 лет в мешках или закрытой таре в сухом помещении[4].

Химический состав надземной части лабазника вязолистного представлен простыми фенолами, флавоноидами (кверцетин, кемпферол), аскорбиновой кислотой, халконами, танинами, катехинами, кумарином, фенольными гликозидами, эфирным маслом, высшими жирными кислотами (стеариновая, линолевая)[5,6].

Лабазник вязолистный используют в качестве противовоспалительного, иммуностимулирующего, антиоксидантного, гепатопротекторного, ноотропного, адаптогенного и антигипоксического средства.

Лабазник вязолистный оказывает седативное, противодиабетическое, противовоспалительное, противосудорожное действие, улучшает мозговое кровообращение, а так же подавляет рост бактерий *Helicobacter pylori*.

Противопоказан при гипотонии, при колитах с упорными запорами[7,8].

## **1.2 Флавоноиды. Строение, классификация и физико-химические свойства**

Флавоноиды являются вторичными растительными метаболитами, которые выполняют важные функции в растениях. С химической точки зрения, флавоноиды – полифенольные соединения[9,10].

Полифенолы имеют химическую структуру, которая включает несколько фенильных групп. Эти фенильные группы характеризуются кольцом атомов углерода и водорода, присоединенным к гидроксильной группе, содержащей один атом кислорода и один атом водорода.

Существует около 8000 различных полифенолов и 4000 из них являются флавоноидами[11]. Флавоноиды содержатся в большинстве растений, включая фрукты и овощи. Они ответственны за многие цвета, ароматы и вкусы растений и играют роль как в защите, так и в размножении.

Некоторые флавоноиды защищают растения от вредителей или суровых климатических условий, тогда как другие предназначены для привлечения насекомых, которые помогают либо в опылении, либо в распространении семян.

Так же можно отметить положительное влияние флавоноидов на организм человека. Исследования показали, что они оказывают антиоксидантное, противовоспалительное, противомикробное и противораковое действие, а также защищают сердечно-сосудистую и нервную системы[12,13].

В зависимости от числа атомов углерода кольца С, к которому присоединено кольцо В, а также степени ненасыщенности и окисления кольца С, флавоноиды можно разделить на подгруппы[14,15].

1) Изофлавоны - флавоноиды, в которых кольцо В связано в положении 3 кольца С.

2) Неофлавоноиды - флавоноиды, в которых кольцо В связано в положении 4.

3) Флавоноиды, в которых кольцо В связано в положении 2, могут быть подразделены на несколько подгрупп на основе структурных особенностей кольца С (Рисунок 1)[14,15]:

- флавоны;
- флаваноны;
- флавонолы;
- флаванонолы;
- флаванолы или катехины;
- халконы;
- антоцианы.

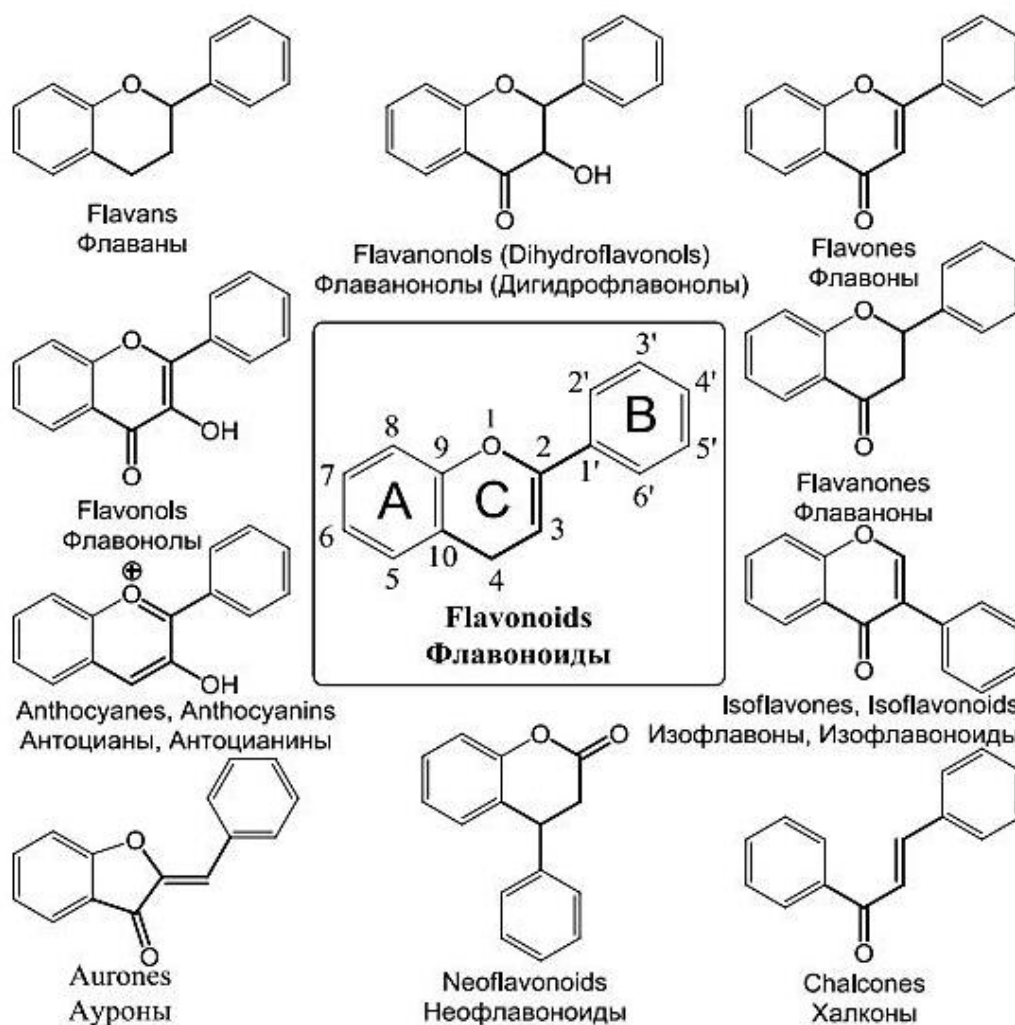


Рисунок 1 – Классификация флавоноидов [17]

Многие флавоноиды являются твердыми кристаллическими веществами с определенной температурой плавления.

Катехины, лейкоантоцианидины, флаваны, изофлаваны, флаваноны, флаванолы представляют собой бесцветные кристаллы, флавоны, флавонолы, халконы и ауруны желтые или ярко желтые.

Большинство гликозидов являются водорастворимыми и растворимыми в спиртах. Флавоноидные гликозиды растворимы в разбавленных спиртах и горячей воде. Агликоны, по большей части, растворимы в неполярных органических растворителях: когда они имеют хотя бы одну свободную фенольную группу, они растворяются в щелочных растворах гидроксида.

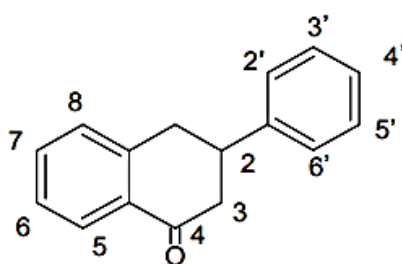
Флавоноидные агликоны растворимы в диэтиловом эфире, ацетоне, спиртах, практически не растворимы в воде[11,15].

Флаванолы (катехины) оптически активны, то есть из четырех оптических изомеров (D- и L-катехины, D- и L-эпикатехины) только L-эпикатехин обладает Р-витаминной активностью.

Флаваноны и флавононы являются нестабильными соединениями. При обработке окислителями они превращаются в халконы и лейкоцианидины соответственно.

О-гликозиды флавоноидов можно обрабатывать кислотным, щелочным или ферментативным гидролизом. Рутин встречается в виде желтого кристаллического порошка, растворимого в щелочи, но мало растворимого в воде. Рутин при гидролизе дает кверцетин, рамнозу и глюкозу, а гесперидин - гесперетин (или метилэриодиктиол), рамнозу и глюкозу. С-связь между агликоном и сахаром очень сильная, поэтому гидролиз С-гликозидов осуществляется с помощью реагента Килиани (смесь концентрированной HCl и уксусной кислоты)[9-11,15].

С хлористым алюминием ( $AlCl_3$ ) взаимодействовать могут только флаванолы и флавоны, имеющие гидроксильные группы в положениях 3 и 5[16]:



В данном случае соли Al образуют комплексные соединения, имеющие характерные полосы поглощения в области 410–430 нм [16].

Благодаря особой химической структуре, флавоноиды обладают широким спектром физиологических и биохимических воздействий на клетки млекопитающих и других видов животных.

Во-первых, флавоноиды обладают сильной химической реактивностью. Например, некоторые флавоноиды обладают антиоксидантной активностью благодаря удалению свободных радикалов в организме [13]. Кроме того, флавоноиды обладают различной фармакологической активностью, ингибируя активность ферментов, противоопухолевых, антибиотических, противовирусных, противовоспалительных[18-21].

Потенциальные эффекты лечения и профилактики были показаны при дегенеративных заболеваниях, таких как опухоли, старение и сердечно-сосудистые заболевания [20-22]. Кроме того, некоторые соединения флавоноидов обладают потенциальными перспективами применения в качестве слабых гормонов при лечении менопаузального синдрома у женщин[21,22].

### 1.3 Методы экстракции флавоноидов из растительного сырья

Экстракция представляет собой способ извлечения вещества из раствора или сухой смеси с помощью определенного растворителя[23]. В качестве растворителя используют растворители, которые не смешиваются с этой смесью.

Стадии экстракции[24]:



Методы экстракции включают[25]:

- экстракцию растворителем;
- метод дистилляции;
- прессование;
- сублимацию.

Извлечение с помощью растворителя является наиболее широко используемым методом в настоящее время.

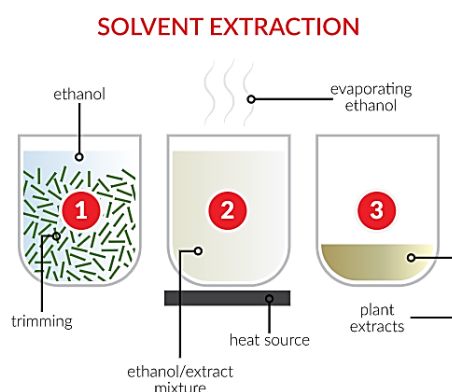


Рисунок 2 – Иллюстрация экстракции растворителем[26]

Флавоноиды, которые содержатся в растениях, могут быть извлечены из нескольких частей растений, таких как корни, кора, листья, плоды и цветы.

Образцы чаще сушат и измельчают перед процессом экстракции. В некоторых случаях экстракция проводится на свежих растительных материалах. В нескольких исследованиях сообщалось, что высушенные растительные материалы содержат больше флавоноидов, чем свежие образцы [25,27,28].

Для флавоноидов не существует универсального способа выделения из растительного сырья, так как они различны по своей растворимости, как в воде, так и в органических растворителях.

Для каждого случая индивидуально подбирают наиболее подходящий метод, учитывая свойства и особенности РС.

Факторы влияющие на эффективность экстракции[29]:

- свойства экстракционного растворителя;

- размер частиц сырья;
- соотношение растворителя к твердому веществу;
- температура экстракции;
- продолжительность экстракции.

Выбор растворителя имеет решающее значение для экстракции растворителем. Должны учитываться: селективность, растворимость, стоимость и безопасность.

В качестве экстрагента, для выделения флавоноидов из РС, используют [25,28]: метиловый спирт, этиловый спирт, а так же их смеси с водой.

Таблица 1 – Растворители, используемые для экстракции биологически активных веществ [23-25,27,28]

Вода	Этанол	Метанол	Хлороформ	Эфир	Ацетон
Антоцианы	Танины	Антоцианы	Терпеноиды	Алкалоиды	Фенол
Крахмал	Полифенолы	Терпеноиды	Флавоноиды	Терпеноиды	Флавонолы
Танины	Полиацетиленов	Сапонины		Кумарины	
Сапонины	Флавонолы	Танины		Жирные кислоты	
Терпеноиды	Терпеноиды	Лактоны			
Полипептиды	Стерины	Флавоны			
Лектины	Алкалоиды	Полифенолы			

Полярные растворители используются для получения флавоноидных гликозидов, тогда как неполярные растворители экстрагируют в основном их агликаны [28,30].

Как правило, чем мельче размер частиц, тем лучше достигается результат экстракции. Эффективность экстракции будет повышена благодаря небольшому размеру частиц, за счет чего достигается усиленное проникновение растворителей и диффузии растворенных веществ. Однако, слишком мелкий размер частиц будет негативно влиять на результат.



Высокие температуры увеличивают растворимость и диффузию, но слишком высокие температуры могут привести к потере растворителей, что приведет к выделению нежелательных примесей и разложению термолабильных компонентов.

Эффективность экстракции увеличивается с увеличением продолжительности экстракции в определенном интервале времени. Увеличение времени не повлияет на экстракцию после достижения равновесия растворенного вещества внутри и снаружи твердого материала.

Чем больше отношение растворителя к твердому веществу, тем выше выход при экстракции; однако, слишком высокое отношение растворителя к твердому веществу вызовет чрезмерную экстракцию растворителя и требует длительного времени для концентрации.

Классические способы экстракции флавоноидов позволяют столкнуться с множеством проблем, таких как неэффективность, высокое энергопотребление, большой расход растворителя.

В последние годы, ученые делают успехи в разработке новых методов и технологий экстракции. Из-за многочисленных типов флавоноидов способы однократной экстракции обычно не могут удовлетворить требования. Классические и современные методы должны применяться вместе для наиболее эффективного результата.

Классические методы экстракции, включая мацерацию, перколяцию и дефлегмацию, обычно используют органические растворители и требуют большого объема растворителей и длительного времени экстракции[25,27,28].

Некоторые современные или более экологичные методы экстракции, такие как сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ), экстракция жидкости под давлением и микроволновая экстракция (МВО), имеют некоторые преимущества, такие как более низкое потребление органического растворителя, более короткое время экстракции и более высокая селективность.

Краткое описание различных методов экстракции приведено в таблице

2.

Таблица 2 – Краткое описание различных методов экстракции [23-25, 27-30]

№ п/п	Метод	Растворитель	Температура	Давление	Время	Объем органического растворителя
1	Мацерация	Вода, водные и неводные растворители	Комнатная температура	Атмосферное	Длительный процесс	Большой
2	Перколяция	Вода, водные и неводные растворители	Комнатная температура, иногда под воздействием тепла	Атмосферное	Длительный процесс	Большой
3	Отвар	Вода	Под воздействием тепла	Атмосферное	Умеренный процесс	-
4	Рефлюкс	Водные и неводные растворители	Под воздействием тепла	Атмосферное	Умеренный процесс	Умеренный
5	Экстракция по методу Сокслета	Органические растворители	Под воздействием тепла	Атмосферное	Длительный процесс	Умеренный
6	Экстракция под давлением	Вода, водные и неводные растворители	Под воздействием тепла	Высокое	Короткий процесс	Малый
7	Сверхкритическая флюидная экстракция	Сверхкритическая жидкость (обычно S-CO <sub>2</sub> ), иногда с модификатором	Около комнатной температуры	Высокое	Короткий процесс	Нет или малый
8	Ультразвуковая экстракция	Вода, водные и неводные растворители	Комнатная температура или под жару	Атмосферное	Короткий процесс	Умеренный
9	Микроволновая экстракция	Вода, водные и неводные растворители	Комнатная температура	Атмосферное	Короткий процесс	Нет или умеренный

## Продолжение таблицы 2

10	Ферментативная экстракция	Вода, водные и неводные растворители	Комнатная температура или подогрев после энзимной обработки	Атмосферное	Умеренный процесс	Умеренный
11	Гидродистилляция и паровая дистилляция	Вода	Под воздействием тепла	Атмосферное	Длительный процесс	-

### 1.3.1 Метод мацерации

Мацерация (от лат. «materatio» – вымачивать) – один из самых простых методов извлечения.

В этом процессе сырое или высушенное лекарственное средство помещают в герметичный контейнер с растворителем (вода, масло, спирт) и оставляют при комнатной температуре в течение 3 или более дней с частым перемешиванием, чтобы растворимое вещество растворилось. После чего смесь отфильтровывают[31,32].

### 1.3.2 Метод перколяции

Данный метод является более эффективным, чем мацерация. Этот метод чаще всего используется для извлечения БАВ при приготовлении настоек и жидких экстрактов[33].

Перколятор представляет собой открытый, узкий конусообразный сосуд (Рисунок 3).

Сырье используют средне-измельченное. Сырье утрямбовывают, увлажняют соответствующим количеством экстрагента и оставляют стоять примерно на 4 часа в герметичной таре, после чего загружается масса и верхняя часть перколятора закрывается. Время выдержки составляет примерно 24 часа.

Первую часть отбирают в отдельную емкость в количестве  $3/4$  от массы сырья, после чего заменяют приемник и перколируют до истощения сырья[34,35].

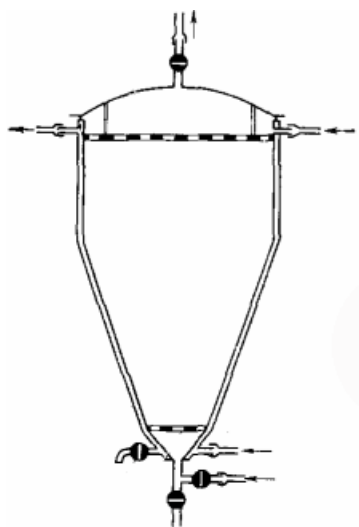


Рисунок 3 – Схема перколятора [36]

### 1.3.3 Ультразвуковая экстракция

Метод основан на использовании ультразвука с частотами в диапазоне от 20 кГц до 2000 кГц.

Данный метод имеет как преимущества, так и недостатки. К преимуществам данного метода можно отнести: эффективность метода, низкое потребление растворителя и электрической энергии, снижение температуры и времени экстракции, но так же имеет ограничение из-за высоких затрат, так же к недостаткам можно отнести вредное влияние ультразвуковой волны (более 20кГц) на извлекаемые компоненты.

Ультразвуковая экстракция применяется для извлечения термолabileльных и нестабильные соединений[37,38].

### 1.3.4 Микроволновая экстракция

Микроволновое излучение – это электромагнитное излучение с частотой в диапазоне от 0.3 до 300 ГГц при соответствующей длине волны от 1 см до 1 м[39].

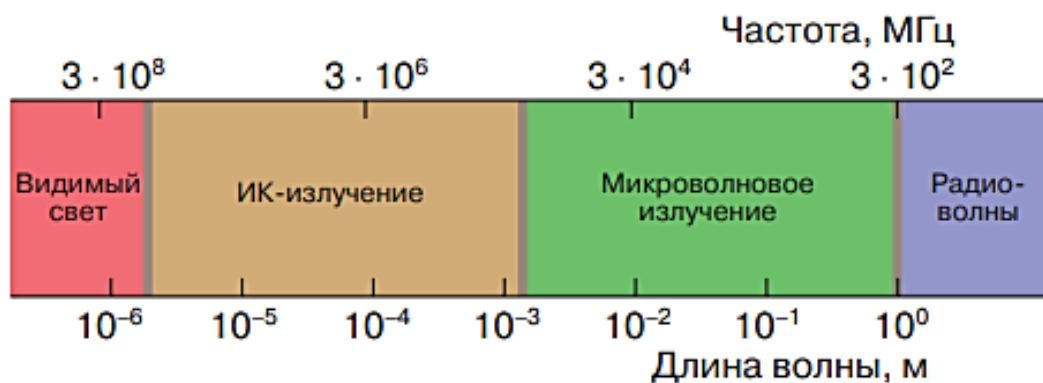


Рисунок 4 – Положение микроволнового излучения в спектре электромагнитных колебаний [40]

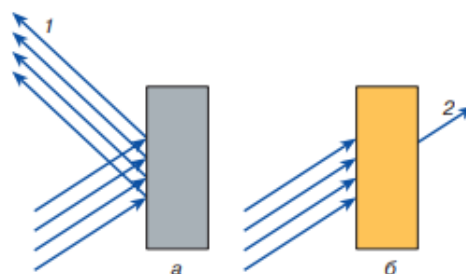


Рисунок 5 – Схема взаимодействия МВ-излучения с поверхностью облучаемого образца (а – металл, б – диэлектрик): 1 – отраженное излучение, 2 – прошедшее излучение [42]

МВ-излучение может взаимодействовать с веществами[46]:

- в газообразном состоянии;
- в жидком состоянии;
- в твердом состоянии.

По характеру взаимодействия твердые вещества делятся[46]:

- 1) металлы, гладкая поверхность;
- 2) диэлектрики пропускающие МВ-излучение через свой объем практически неизменным (плавленый кварц, различные стекла, фарфор и фаянс, полиэтилен, полистирол и фторопласты);
- 3) диэлектрики, при прохождении через объем которых происходит поглощение МВ-излучения, сопровождающееся, в частности, разогревом образцов.

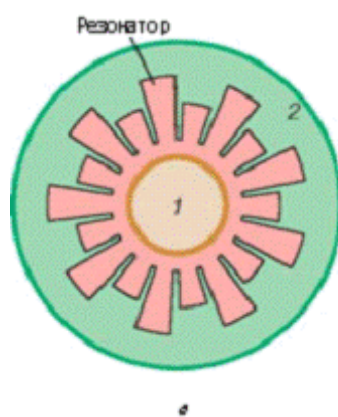


Рисунок 6 – Схема магнетрона

1 – катод; 2 – цилиндрический анод; 3 – внешнее магнитное поле[43]

Микроволновая печь – устройство для осуществления МВ-облучения. Источником МВ-излучения служит магнетрон, представляющий собой цилиндрический диод.

В диоде имеется цилиндрический катод, вдоль которого направлено внешнее магнитное поле. В окружающем катод цилиндрическом аноде находится кольцо из взаимосвязанных объемных резонаторов.

Микроволновая химия основана на эффективном нагревании растворителей за счет диэлектрического нагрева.

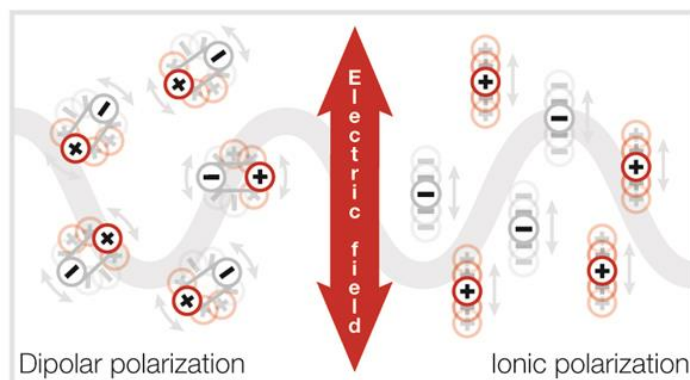


Рисунок 7 – Схематическое изображение двух основных механизмов диэлектрического нагрева: дипольная поляризация и ионная проводимость [46]

В микроволновой экстракции используются микроволны, которые могут легко проникать в поры образца, после чего растворитель попадает в поры, смесь нагревается равномерно и быстро. Передача тепла и массы происходит в одном направлении, что создает синергетический эффект для ускорения экстракции и повышения выхода экстракции.

Применение данного метода дает много преимуществ[40-45]:

- увеличение выхода экстракта;
- уменьшение термического разложения и селективный нагрев растительного материала;
- уменьшение времени экстракции;
- экономия энергии и затрат;
- широкий выбор растворителей, не ориентируясь на их температуру кипения;
- метод считается экологичным, поскольку снижает использование органического растворителя;
- разработка эффективных и экологически чистых методов синтеза и экстракции.

Существует два типа методов микроволновой экстракции[42-43]:

- экстракция без растворителя (обычно для летучих соединений);
- экстракция растворителем (обычно для нелетучих соединений).

Большинство из этих методов позволяют извлекать флавоноиды в неочищенном экстракте с хорошим выходом.

#### **1.4 Методы идентификации флавоноидов из ЛРС**

Чтобы идентифицировать флавоноиды из ЛРС применяются различные методы анализа.

В настоящее время широкое применение получают различные физико-химические и спектральные методы анализа, которые имеют ряд существенных преимуществ, к которым можно отнести быстроту и точность определения.

К количественным методам определения флавоноидов относятся [47]:

- фотокolorиметрический метод;
- спектрофотометрический метод;
- хроматографический метод;
- флюориметрический метод.

В данной работе мы использовали спектрофотометрический метод анализа, поэтому рассмотрим его более подробно.

Спектрофотометрия широко распространена в различных областях, таких как химия, физика, биохимия, материаловедение и химическая инженерия.

Спектрофотометрия – это метод измерения количества химического вещества, поглощающего свет, путем измерения интенсивности света при прохождении пучка света через раствор образца.

Основной принцип заключается в том, что каждое соединение поглощает или пропускает свет в определенном диапазоне длин волн. Это измерение также можно использовать для измерения количества известного химического вещества.



Спектрофотометры можно классифицировать в зависимости от диапазона длин волн источника света:

- спектрофотометр УФ-видимого диапазона – используется свет в ультрафиолетовом диапазоне (185-400 нм) и видимом диапазоне (400-700 нм) спектра электромагнитного излучения.
- ИК-спектрофотометр – используется свет в инфракрасном диапазоне (700 - 15000 нм) спектра электромагнитного излучения.

Спектрофотометр состоит из источника света, коллиматора, монохроматора, селектора длины волны, кюветы для раствора образца, фотоэлектрического детектора и цифрового дисплея[47].

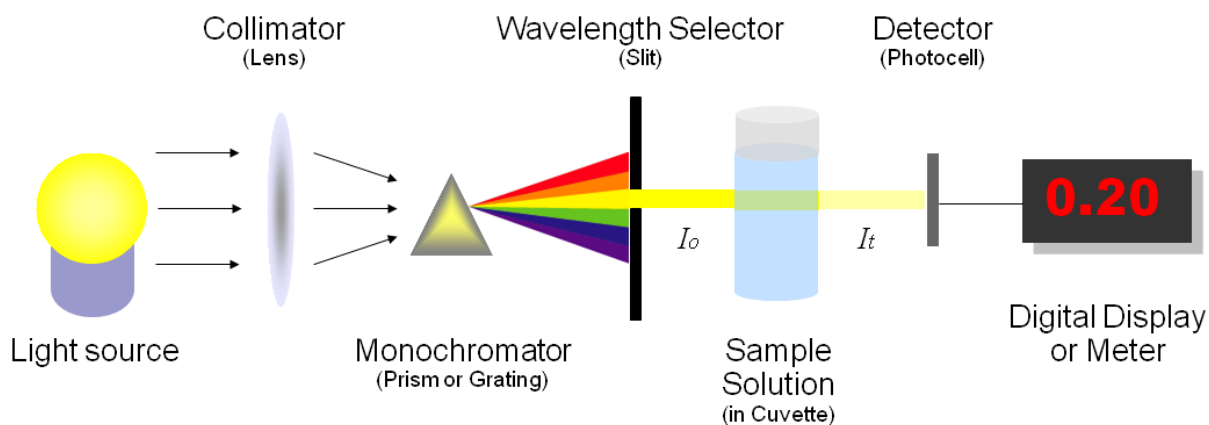


Рисунок 8 – Схема устройства и принципа действия спектрофотометров[47]



Рисунок 9 – Спектрофотометр

В образцах ЛБВ содержание флавоноидов на грамм сырья варьировало [48,49]:

- в цветках: от 3,1 до 3,8%;
- в листьях: от 2,6 до 3,1%.

Кверцетин – это природное вещество группы флавоноидов, обладающее выраженной антиоксидантной активностью.

Рутин – гликозид флавоноида кверцетина.

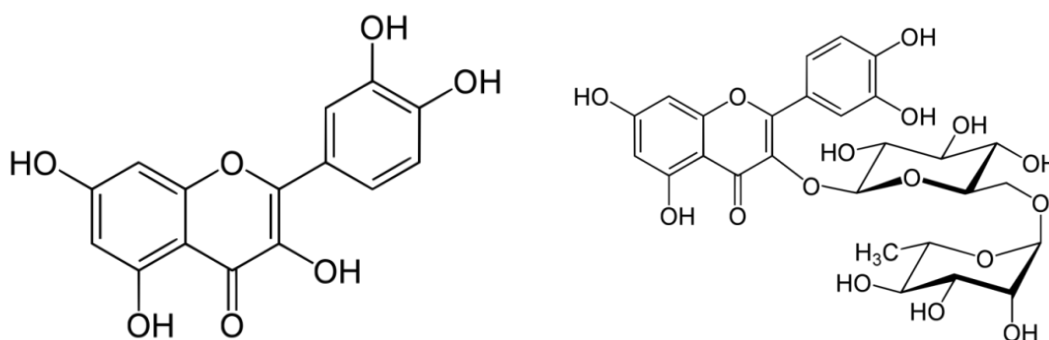


Рисунок 10 – Структурные формулы кверцетина и рутина [50,51]

Максимумы спектров поглощения кверцетина и рутина находятся в области 370 и 356 нм соответственно, а их комплексов с ионами алюминия при 437 и 422 нм – раздельное определение кверцетина и рутина невозможно[52].

На рисунках 11,12 представлены УФ-спектры спиртовых растворов экстрактов, а также стандартных образцов рутина и кверцетина в индивидуальном состоянии и с добавлением хлорида алюминия [52].

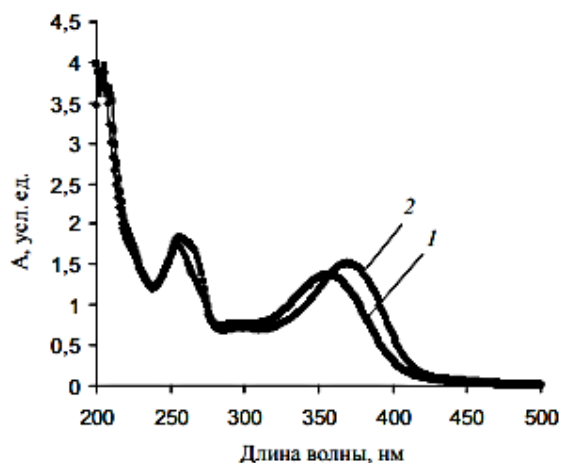


Рисунок 11 – УФ-спектры поглощения флавоноидов (раствор сравнения – дистиллированная вода): 1 – рутин, 2 – кверцетин;  $C_R=50$  мкг/мл[52]

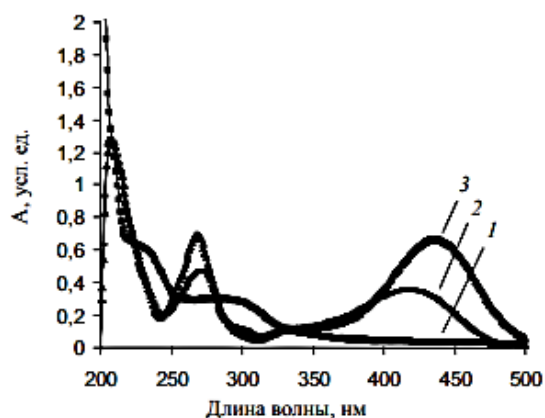


Рисунок 12 – УФ-спектры поглощения комплексов флавоноидов с хлоридом алюминия (раствор сравнения – водно-спиртовой раствор хлорида алюминия): 1 – хлорид алюминия, 5%-ный; 2 – комплексы рутина с Al (III); 3 – комплексы кверцетина с Al (III);  $C_R=25$  мкг/мл[52]

## Глава 2. Экспериментальная часть

### 2.1 Объекты и методы исследования

Объектом данного исследования были выбраны водно-спиртовые экстракты надземной части лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria*), которые были получены путем извлечения из высушенных корней, листьев и стеблей, высушенных, измельченных и просеянных через сито с диаметром 1 мм.

Данные экстракты содержат различные БАВ, которые представляют практический интерес при дальнейшем определении количественного содержания флавоноидов в лекарственном растительном сырье.

### 2.2 Оборудование и реактивы

Согласно литературным данным, масса в количестве 1 грамма высушенных надземных частей ЛБВ оптимальна для проведения опытов по установлению количественного содержания флавоноидов, а экстрагентом был выбран этиловый спирт 70% концентрации [53].

В таблице 3 приведены реактивы и оборудование, которые были использованы при выполнении выпускной квалифицированной работы.

Таблица 3 – Оборудование и реактивы

№ п/п	Наименование оборудования/реактивов	Количество единиц оборудования/реактивов
1	Микроволновой реактор DAEWOO ELECTRONIKS KOR-6L15	1 шт
2	Лабораторная водяная баня	1 шт
3	УФ-спектрофотометр	1 шт
4	Пирометр марки ИК	1 шт
5	Весы аналитические (класс точности 0,0001 г.)	1 шт
6	Лабазник вязолистный	500 г

### Продолжение таблицы 3

6	Этиловый спирт 70%-ный	3000 мл
7	Хлористый алюминий (III)	100 г
8	Соляная кислота	100 мл
9	ГСО кварцетин	10 г

На рисунке 13 показана схема мультимодального микроволнового реактора.

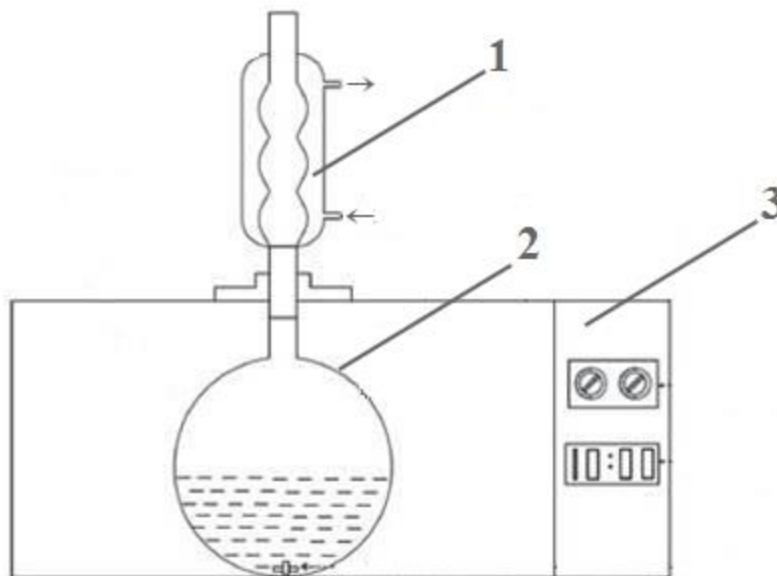


Рисунок 13 – Схема мультимодального микроволнового реактора  
1 – обратный холодильник; 2 – реакционная колба; 3 – МВО-печь

### 2.3 Извлечение флавоноидов в условиях МВО и на водяной бане

Микроволновая экстракция с использованием этилового спирта в качестве растворителя является относительно новым методом. Преимуществом данного метода являются улучшенные рабочие характеристики МВО с точки зрения выхода, воспроизводимости, сокращений времени и растворителя по сравнению с классическим методом экстракции на ВБ.

Точную навеску (1,0 г.) высушенного и измельченного ЛБВ помещали в реакционную колбу, прибавляли 12 миллилитров 70% ВСС. Экстракцию

проводили в мультимодальном микроволновом реакторе (рисунок 13) при мощности 80 Вт и на водяной бане при температуре 90°C в течение 120 минут.

Экстракты фильтровали через воронку Бюхнера в колбу Бунзена и полученные водно-спиртовые извлечения вливали в колбу, вместимостью 50 мл и доводили до метки 70% ВСС.

В данной работе для исследования экстрактов ЛБВ был применен спектрофотометрический метод.

## **2.4 Метод проведения гидролиза гликозидов флавоноидов**

Готовый экстракт содержит различные БАВ, среди которых присутствуют как флавоноиды (рутин, кверцетин), так и их производные (гликозиды).

Гидролиз проводится с целью разложения гликозидов флавоноидов до агликона и сахарного остатка, а полученный агликон, являющийся чаще всего флавоноидом, отличается практической ценностью при дальнейшем количественном определении флавоноидов. Побочным продуктом данной реакции является глюкоза, которая в дальнейшем не влияет на ход эксперимента.

Для проведения гидролиза в колбу 50 мл помещали 5 мл очищенного от физических примесей экстракта, прибавляли 0,15 мл концентрированной соляной кислоты в количестве 3% от объема экстракта.

В дальнейшем гидролиз проводится по двум разным методикам. В первом случае гидролиз проводится в соответствии с литературными данными, в течение двух часов на кипящей водяной бане при температуре 90 градусов. Во втором случае гидролиз проводится в условиях микроволнового облучения при 280 Вт.

## 2.5 Метод количественного определения флавоноидов

Для количественного определения флавоноидов используется реакция комплексообразования с хлоридом алюминия (III) после проведения гидролиза в определенных условиях.

Полученные после проведения гидролиза растворы подлежат обработке хлоридом алюминия (III). Для этого 1 мл гидролизованного раствора переносят в колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 5 мл 3%-го раствора хлористого алюминия, доводят объем раствора 70%-м спиртом этиловым до метки и перемешивают. Через 30 мин измеряют оптическую плотность полученного раствора.

Длина волны максимумов поглощения комплексов флавоноидов приходится на  $(425 \pm 2)$  нанометров[53].

## Глава 3. Результаты и обсуждение

### 3.1 Экстракция флавоноидов из лабазника вязолистного в условиях МВО

Первым этапом данной работы является проведение экстракции флавоноидов из лабазника вязолистного. Была проведена серия опытов для определения оптимального времени экстракции.

На рисунке 14 представлены УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ, полученных в течение разного времени в условиях МВО с мощностью 80 Вт.

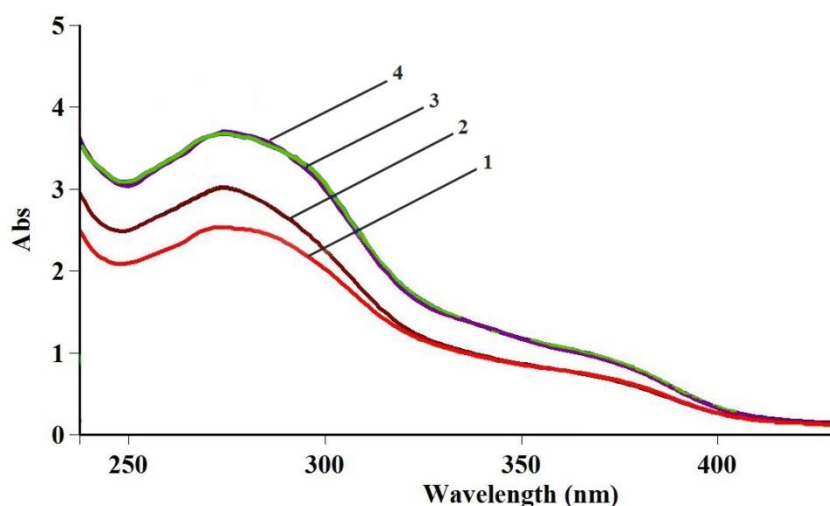


Рисунок 14 – УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ 70% ВСС, полученных в условиях МВО при мощности 80 Вт в течение 5 минут (1), 10 минут (2), 15 минут (3) и 20 минут (4)

В спектре наблюдаем полосу в области с максимумом 274 нм и размытую полосу в области 360 нм.

Согласно литературным данным, полосы поглощения в области 240-295 нм свидетельствуют о присутствии простых фенолов (салигенин, салицин), дубильных веществ, а в области 360 нм – флавоноидов (кверцетин, кемпферол, алигенин, лютеолин, таксифолин, изокверцитрин, авикулярин, спиреозид, рутин)[53].



Таблица 4 – Оптическая плотность экстрактов в условиях МВО при мощности 80 Вт

№	Условия однократной экстракции	Время, мин	Длина волны, нм	Оптическая плотность
1	МВО 80 Вт	5	274	2,534
2		10	274	2,986
3		15	274	3,709
4		20	274	3,778

По полученным данным можно сделать вывод, что оптимальное время экстракции 15 минут.

Далее по оптимально подобранному времени проводим трехкратную экстракцию из ЛБВ. К точной навеске (1,0 г) ЛБВ прибавляли 12 мл 70% ВСС. Экстракцию проводили в условиях МВО при мощности 80 Вт и на ВБ при  $T=90^{\circ}\text{C}$  в течение 120 минут. Экстракцию повторяли еще два раза в вышеуказанных условиях, полученные извлечения фильтровали в ту же мерную колбу.

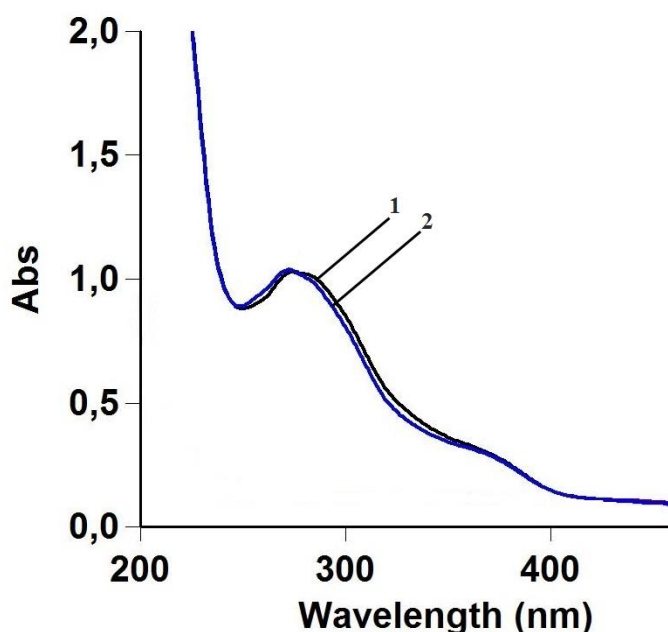


Рисунок 15 – УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ 70% ВСС, полученных трехкратной экстракцией при воздействии МВО 80 Вт 15х3 минут (1) и на ВБ при  $T=90^{\circ}\text{C}$  30х3 минут (2)

На рисунке 15 представлены УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ, полученных трехкратной экстракцией при МВО воздействии 15x3 минут. В качестве сравнения использовали ВБ при T=90 °С 30x3 минут. Из спектра видно, что поглощение БАВ происходит практически одинаково, но при различном времени.

Таблица 5 – Оптическая плотность экстрактов в условиях МВО при мощности 80 Вт

№	Условия трехкратной экстракции	Время, мин	Длина волны, нм	Оптическая плотность
1	МВО при 80 Вт	45	275	1,028
2	ВБ при T=90 °С	90	275	1,038

Из представленных данных видно, что экстракция флавоноидов из ЛБВ в условиях МВО протекает в два раза быстрее, чем на ВБ.

### 3.2 Гидролиз гликозидов в экстракте ЛБВ в условиях МВО

Наличие полос с максимум 363 нм позволяет судить о присутствии флавоноидов (кверцетин и его гликозиды).

Ранее, в научно-исследовательской работе, было показано, что в условиях МВО при мощности 80 Вт гидролиз не протекает, поэтому для проведения гидролиза в условиях МВО нами была выбрана мощность 280 Вт[54].

В ходе выполнения работы была проведена кинетика гидролиза, при котором время гидролиза варьировалось от 1 до 20 минут.

На рисунке 16 показаны УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ после гидролиза гликозидов в течение разного времени в условиях МВО.

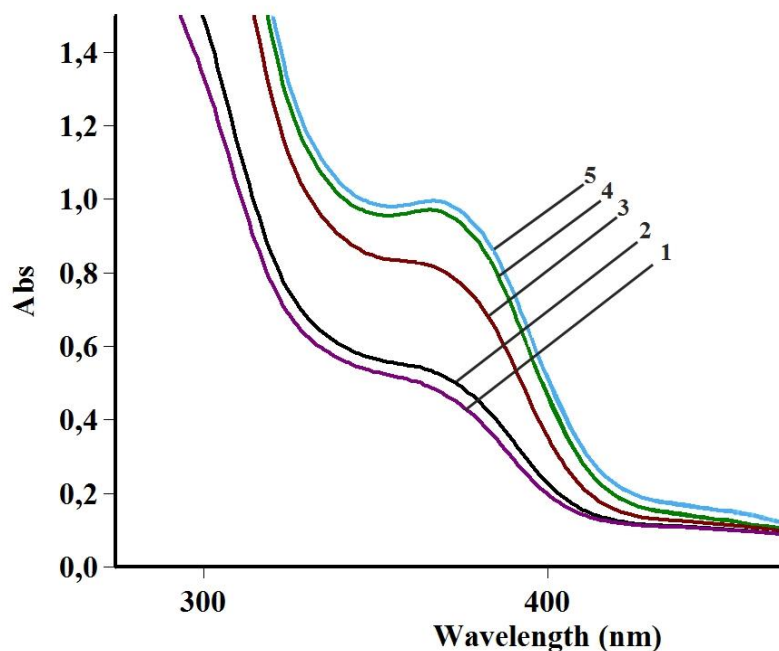


Рисунок 16 – УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ 70% ВСС после гидролиза гликозидов в условиях МВО с мощностью 280 Вт в течение 1 минуты (1), 5 минут (2), 10 минут (3), 15 минут(4), 20 минут (5)

Полученные УФ-спектры с максимум поглощения 363 нм свидетельствуют о наличии гликозидов в экстракте ЛБВ.

В таблице 6 приведены условия, при которых проводился гидролиз.

Таблица 6 – Условия проведения гидролиза

№	Условия проведения гидролиза	Время проведения гидролиза, мин	Оптическая плотность
1	МВО при 280 Вт	1	-
2		5	-
3		10	0,830
4		15	0,971
5		20	0,997

По полученным данным можно сделать вывод, что оптимальное время проведения гидролиза является 15 минут, дальнейшее увеличение времени не влияет существенно на величину.

По оптимально подобранному времени проводим сравнительный гидролиз в условиях МВО с мощностью 280 Вт 15 минут и на ВБ 120 минут при T=90 °С.

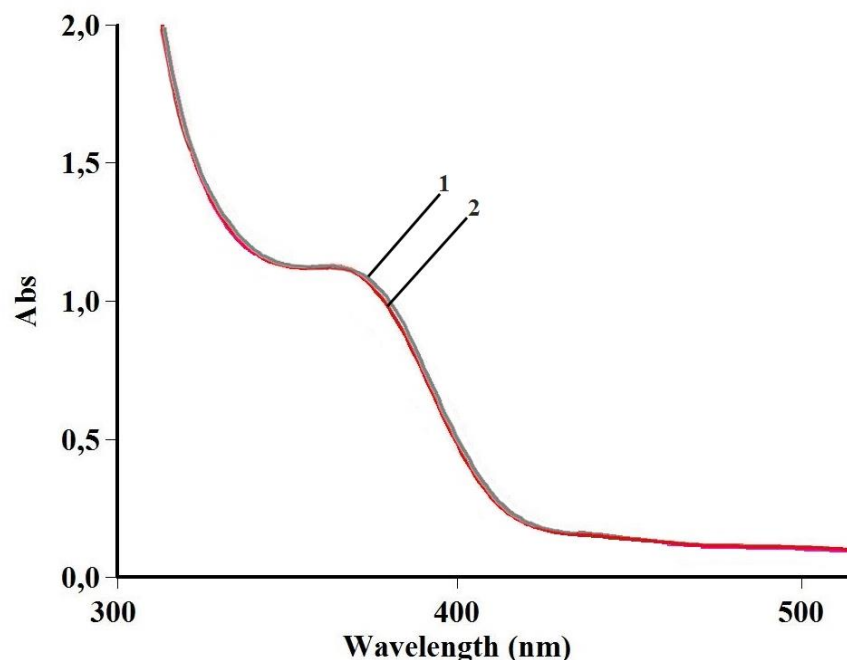


Рисунок 17 – УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ 70% ВСС при гидролизе в условиях МВО с мощностью 280 Вт 15 минут (1) и на ВБ 120 минут при T=90 °С (2)

Таблица 7 – Оптическая плотность гидролизированных растворов в условиях МВО при мощности 280 Вт

№	Условия гидролиза	Время, мин	Длина волны, нм	Оптическая плотность
1	МВО при 280 Вт	15	363	1,217
2	ВБ при T=90 оС	120	363	1,127

Из таблицы 7 видно, что гидролиз гликозидов в условиях МВО протекает в 8 раз быстрее, чем на ВБ.

### 3.3 Определение флавоноидов в экстракте ЛБВ по реакции комплексообразования с $AlCl_3$

Следующим этапом данной работы является проведение реакции комплексообразования в кислой среде с хлоридом алюминия (III).

На рисунке 18 представлены УФ-спектры поглощения экстракта ЛБВ и раствора ГСО кверцетина при комплексообразовании с  $AlCl_3$ .

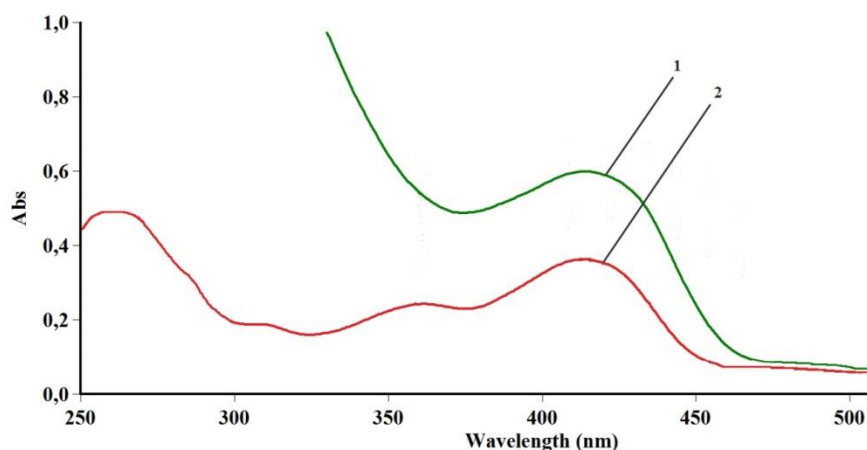


Рисунок 18 – УФ-спектры поглощения экстракта ЛБВ (1) и раствора ГСО кверцетина при комплексообразовании с  $AlCl_3$

В спектре, после проведения гидролиза гликозидов в экстракте ЛБВ и раствора ГСО кверцетина при добавлении реактива  $AlCl_3$  наблюдаем широкую полосу в области с максимумом 419 нм, поэтому выбираем определение флавоноидов в экстракте ЛБВ по кверцетину.

Таблица 8 – Сравнение растворов после реакции комплексообразования с  $AlCl_3$

№ п/п	Наименование	Длина волны, нм	Оптическая плотность
1	Экстракт ЛБВ при комплексообразовании с $AlCl_3$	419	0,625
2	Раствор ГСО кверцетина при комплексообразовании с $AlCl_3$	419	0,422

На рисунке 19 представлены УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ при комплексообразовании с  $AlCl_3$ .

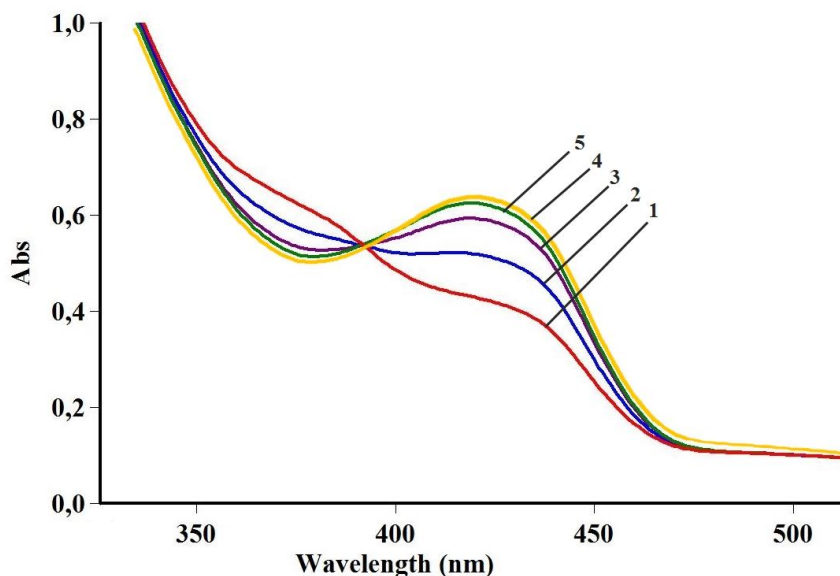


Рисунок 19 – УФ-спектры поглощения экстрактов ЛБВ при комплексообразовании с  $AlCl_3$  в течение 5 минут (1), 10 минут (2), 20 минут (3), 30 минут (4) и 40 минут (5)

В спектрах наблюдается широкая полоса поглощения, которая характеризуется поглощением комплекса с гликозидами.

Кверцетин и его гликозиды способны образовывать окрашенные, устойчивые во времени комплексы с раствором алюминия хлорида (III) в кислой среде, поглощающие излучение при длине волны  $(425 \pm 2)$  нм [53].

Таблица 9 – Оптическая плотность растворов после реакции комплексообразования

№	Время комплексообразования, мин	Длина волны, нм	Оптическая плотность
1	5	419	-
2	10	419	0,521
3	20	419	0,594
4	30	419	0,628
5	40	419	0,624

Исходя из вышеописанных данных, можно сделать вывод, что оптимальным временем проведения реакции комплексообразования с  $AlCl_3$  является 30 минут. Дальнейшее увеличение времени влечет за собой разрушение комплексного соединения.

### 3.4 Определение содержания флавоноидов в экстракте ЛБВ

Построим градуировочный график по точкам, полученным в результате различного разбавления стандартного раствора кверцетина после реакции комплексообразования.

На рисунке 20 показаны спектры поглощения полученных растворов.

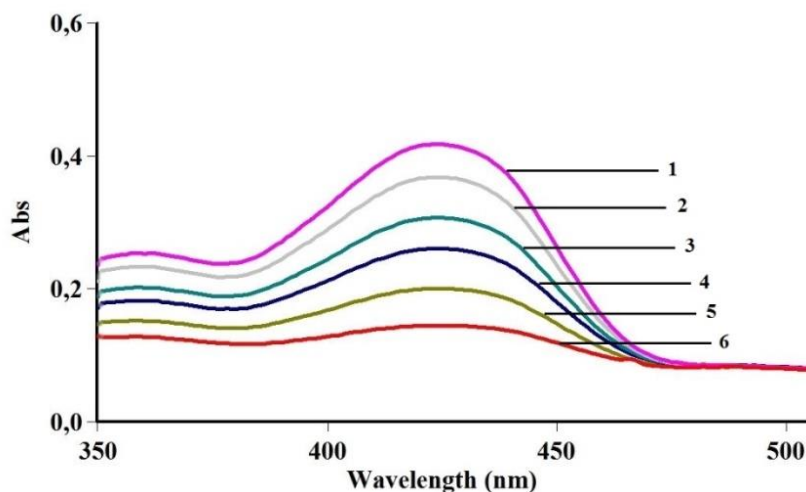


Рисунок 20 – УФ-спектры поглощения растворов ГСО кверцетина после реакции комплексообразования с  $AlCl_3$  в соотношении раствор ГСО кверцетина:70% ВСС : 3,5:05 (1); 3:1 (2); 2,5:1,5 (3); 2:2 (4); 1,5:2,5 (5); 1:3 (6)

Раствор кверцетина после комплексообразования обладал концентрацией 0,008 мг/мл. В таблице 10 приведены значения концентраций кверцетина и соответствующие им оптические плотности.

Таблица 10 – Значения оптических плотностей растворов ГСО кверцетина при комплексообразовании с  $AlCl_3$  различной концентрации

№ п/п	Концентрация кверцетина, мг/мл	Значение оптической плотности раствора
1	0,007	0,418
2	0,006	0,368
3	0,005	0,307
4	0,004	0,261
5	0,003	0,201
6	0,002	0,145

На рисунке 21 показана зависимость оптической плотности раствора от содержания кверцетина.

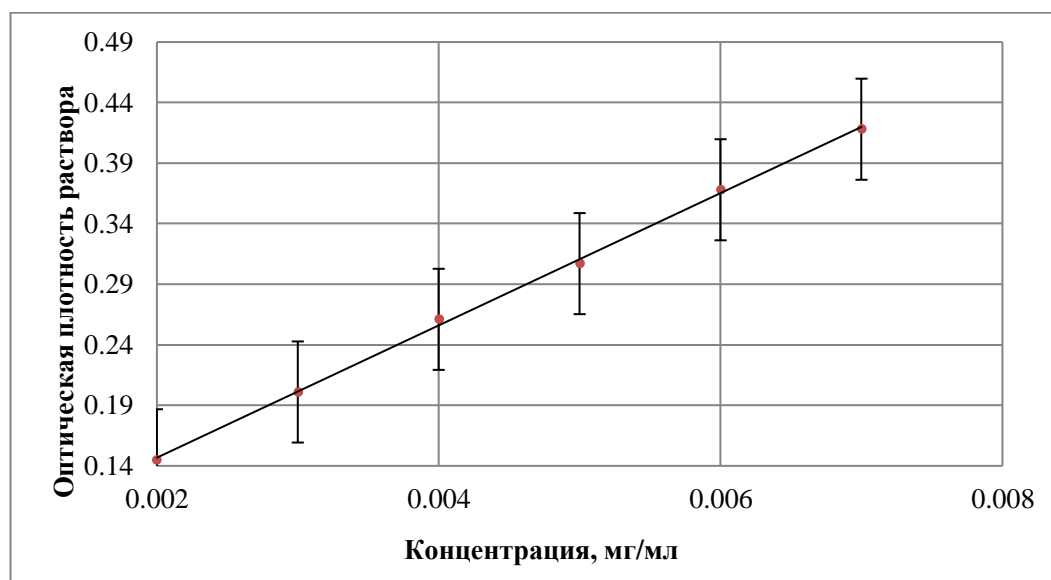


Рисунок 21 – Зависимость оптической плотности раствора от содержания кверцетина

Содержание флавоноидов в экстракте ЛБВ в пересчете на кверцетин в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X, \% = \frac{D \cdot m_0 \cdot 50 \cdot 25 \cdot a_0 \cdot 100}{D_0 \cdot V \cdot a \cdot 100 \cdot 25} = \frac{D \cdot m_0 \cdot a_0 \cdot 50}{D_0 \cdot V \cdot a};$$

где,

- D – оптическая плотность исследуемого раствора;
- $D_0$  – оптическая плотность раствора ГСО кверцетина;



- $a$  – аликвота раствора А экстракта из травы ЛБВ, мл;
- $a_0$  – аликвота раствора А ГСО кверцетина, мл;
- $m_0$  – точная навеска ГСО кверцетина, г;
- $V$  – количество экстракта жидкого, мл;
- 25,50,100 – разведение.

### 3.5 Сравнительный анализ определения флавоноидов при конвекционном нагреве и в условия МВО

В таблице 11 представлены результаты определения флавоноидов в экстрактах ЛБВ с использованием метода МВО. В качестве сравнения приведены результаты исследования на ВБ.

Таблица 11 – Определение флавоноидов в экстрактах ЛБВ при конвекционном нагреве и в условия МВО

№ п/п	Этапы определения флавоноидов	Экстракты ЛБВ полученные	
		На ВБ	В условиях МВО
1	Экстракция, мин	90	45
2	Гидролиз, мин	120	15
3	Комплексообразование флавоноидов с $AlCl_3$ , мин	30	30
4	Содержание флавоноидов в экстракте ЛБВ, %	3,18	3,21

Из представленных данных видно, что экстракция флавоноидов из ЛБВ в условиях МВО протекает в два раза быстрее, чем на ВБ. Гидролиз гликозидов в условиях МВО протекает в 8 раз быстрее, чем на ВБ.

## **Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **4.1 Общая характеристика исследовательской работы**

Лекарственное растительное сырье и препараты на его основе на сегодняшний день широко используются в медицинской практике. Фитопрепараты отличаются малой токсичностью, а так же отсутствием побочных эффектов при длительном применении.

Лабазник вязолистный – многолетнее травянистое растение семейства розоцветных, которое обладает противовоспалительным, антиоксидантным и ноотропным действием, благодаря большому содержанию БАВ, в том числе и флавоноидов.

Цель данного исследования – определение флавоноидов в лабазнике вязолистном с использованием МВО.

### **4.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Результатом исследования данной работы являются вещества, полученные из определенного лекарственного растительного сырья, а значит, целевым рынком являются граждане, которые проходят курс лечения фитопрепаратов на основе флавоноидов выделенных из ЛРС – лабазника вязолистного.

Однако флавоноиды могут служить так же и исходным сырьём для изготовления медицинских препаратов на их основе, поэтому в качестве потребителей могут выступать различные учреждения, такие как: аптеки, клиники, больницы, фармацевтические предприятия, выпускающие продукцию с использованием лабазника вязолистного.

#### 4.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Результатом исследования данной работы являются флавоноиды, полученные экстракцией из лабазника вязолистного в условиях микроволнового облучения, поэтому стоит рассмотреть конкурентов, производящих лекарственные препараты на основе флавоноидов, а именно «Кверцетин» и «Флакумин». Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i ; \quad (4.1)$$

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

Целесообразно анализ конкурентных технических решений проводить с помощью оценочной карты приведенной в таблице 12.

Таблица 12 – Оценочная карта сравнения для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{k1}$	$B_{k2}$	$K_{\phi}$	$K_{k1}$	$K_{k2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Выход продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
2. Энергоемкость процессов	0,1	5	4	4	0,4	0,4	0,4
4. Использование МВО	0,2	5	1	1	1,5	1,2	1,2
Экономические критерии оценки эффективности							
5. Цена	0,2	2	4	4	0,2	0,4	0,4
6. Конкурентоспособность продукта	0,2	4	5	5	0,4	0,5	0,5
7. Финансирование разработки	0,2	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	26	23	23	4,3	4	4

Анализ был проведен сравнительно с двумя основными конкурентами: конкурент 1, конкурент 2.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 12, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

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

#### 4.2.3 SWOT-анализ

SWOT – (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности и Threats – угрозы) – это комплексный анализ исследовательского проекта. SWOT – анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта и состоит из нескольких этапов.

В первом этапе рассматривает сильные и слабые стороны проекта, а также выявлении возможностей и угроз.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты первого этапа SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны исследовательского проекта:</b> С1. Экологичность технологии С2. Простота эксплуатации С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С4. Минимальные затраты электроэнергии С5. Минимальное количество противопоказаний и побочных эффектов	<b>Слабые стороны исследовательского проекта:</b> Сл1. Ограниченность ресурса, в связи с сезонным произрастанием травы лабазника вязолистного
--	---	--

Продолжение таблицы 13

<p><b>Возможности:</b>  <b>В1.</b> Использование инновационной инфраструктуры ТПУ  <b>В2.</b> Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p><b>Угрозы:</b>  <b>У1.</b> Отсутствие спроса на новые технологии производства  <b>У2.</b> Несвоевременное финансовое обеспечение исследования  <b>У3.</b> Ограничения на экспорт технологии</p>		

На втором этапе SWOT – анализа рассматривается соответствие сильных и слабых сторон исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить 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 проекта представлены в таблицах 14, 15, 16 и 17.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

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

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1
	В1	-
	В2	-

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	+	+	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	+	+	+	-	-

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1
	У1	-
	У2	-
	У3	-

Таким образом, в рамках третьего этапа может быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 18.

Таблица 18 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны исследовательского проекта:</b></p> <p><b>С1.</b> Экологичность технологии</p> <p><b>С2.</b> Простота эксплуатации</p> <p><b>С3.</b> Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p><b>С4.</b> Минимальные затраты электроэнергии</p> <p><b>С5.</b> Минимальное количество противопоказаний и побочных эффектов</p>	<p><b>Слабые стороны исследовательского проекта:</b></p> <p><b>Сл1.</b> Ограниченность ресурса, в связи с сезонным произрастанием травы лабазника вязолистного</p>
--	---	--

Продолжение таблицы 18

<p><b>Возможности:</b>  <b>В1.</b> Использование инновационной инфраструктуры ТПУ  <b>В2.</b> Появление спроса на продукт</p>	<p><b>Сила и возможности:</b>  <b>СВ1.</b> Разработка нового метода выделения флавоноидов из лабазника вязолистного в условиях МВО  <b>СВ2.</b> Появится большой спрос на ЛВ за счет быстрого анализа продукта</p>	<p><b>Слабость и возможности:</b>  <b>СлВ1.</b> Приобретение необходимого оборудования для проведения опытов  <b>СлВ2.</b> Изучение данного метода анализа</p>
<p><b>Угрозы:</b>  <b>У1.</b> Отсутствие спроса на новые технологии производства  <b>У2.</b> Несвоевременное финансовое обеспечение исследования  <b>У3.</b> Ограничения на экспорт технологии</p>	<p><b>Сила и угрозы:</b>  <b>СУ1.</b> Анализ данным методом ускорит получение качественного продукта, тем самым увеличив спрос на внутреннем рынке  <b>СУ2.</b> Благодаря низким затратам на пробоподготовку возможны различные варианты подготовки исследуемых объектов к анализу  <b>СУ3.</b> Прибыль на внутреннем рынке</p>	<p><b>Слабость и угрозы:</b>  <b>СлУ1.</b> Разработка рекламной компании на данный продукт  <b>СлУ2.</b> Разработка мероприятий по обеспечению финансирования  <b>СлУ3.</b> Повышение прибыль посредством оптимизации себестоимости продукта</p>

Вывод: в результате SWOT-анализа выявлено, что для данного проекта характерен баланс сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз. При правильно разработанной концепции продвижения проекта, можно внедрить используемый флуориметрический метод на рынок фармацевтической промышленности.

### 4.3 Планирование исследовательских работ

#### 4.3.1 Структура работ в рамках исследования

Для выполнения исследовательской работы в рамках ВКР формируется рабочая группа, в состав которой входят: студент-дипломник – Винницкая М.С., научный руководитель – Губа Г.Я., консультант по экономической части

(ЭЧ) – Якимова Т.Б. и консультант по части социальной ответственности (СО) – Сечин А.А. выпускной квалификационной работы. Необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения исследования и провести распределение исполнителей по видам работ (таблица 19).

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ этапа	Название этапа	Содержание работы	Должность исполнителя
1	Введение	Разъяснение темы НИР, основных направлений деятельности по осуществлению НИР	Губа Г.Я. (доцент ОХИ ИШПР)
2	Литературный обзор	Обзор существующих методик и теоретических основ методов исследования флавоноидов из лабазника вязолистного	Винницкая М.С. (студент)
3	Теоретический анализ	Разработка плана НИР, выбор методики и техники выполнения	Губа Г.Я. (доцент ОХИ ИШПР) Винницкая М.С. (студент)
4	Постановка задачи исследования	Постановка задачи на эксперимент, предсказание возможных результатов	Губа Г.Я. (доцент ОХИ ИШПР)
5	Экспериментальная часть	Исследование влияния различных факторов на количественный анализ флавоноидов из лабазника вязолистного (время проведения экстракции, время проведения гидролиза, концентрация экстракта, разбавление)	Винницкая М.С. (студент)
6	Результаты и обсуждения	Оценка эффективности полученных результатов и определение целесообразности проведения ВКР	Губа Г.Я. (доцент ОХИ ИШПР) Винницкая М.С. (студент)



Продолжение таблицы 19

7	Разработка технической документации и проектирование	Оценка эффективности применения анализа	Якимова Т.Б. (доцент ОСГН) Винницкая М.С. (студент)
8		Разработка социальной ответственности по теме	Сечин А.А. (ассистент ООД) Винницкая М.С. (студент)
9	Оформление отчета по НИР	Разработка презентации, дипломной работы и раздаточного материала	Винницкая М.С. (студент)

### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения исследования в рамках ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Таблица 20 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Доцент ОХИ ИШПР Губа Г.Я.	Руководитель НИР	Контроль над ходом выполнения проекта, консультации по поводу проведения эксперимента, получения и анализа результатов НИР	160
2	Студент Винницкая М.С.	Исполнитель	Выполнение проекта (проведение эксперимента, получение и анализ результатов НИР)	480
3	Доцент ОСГН Якимова Т.Б.	Консультант по экономической части	Оценка эффективности применения анализа	10
4	Ассистент ООД Сечин А.А.	Консультант по части социальной ответственности	Разработка социальной ответственности по теме	10
Итого				740

Трудозатраты были рассчитаны на основании следующих данных: проект выполняется 4 месяца, руководитель проекта принимает участие 2 раза в неделю на протяжении 5-ти часов, что в общей сложности составляет 20 рабочих дней ( $160 \text{ часов} / 8 \text{ рабочих часов} = 20 \text{ рабочих дней}$ ), студент-дипломник работает в среднем 5 дней в неделю по 6 часов.

#### 4.3.3 Разработка графика проведения исследования в рамках ВКР

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

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма Ганта для данного исследования представлена в таблице 21.

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

$$T_{Ki} = T_{Pi} \cdot k_{\text{кал}}; \quad (4.2)$$

где,

- $T_{Ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;
- $T_{Pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;
- $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118 - 27} = \frac{365}{220} = 1,659; \quad (4.3)$$

где,

- $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;
- $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;
- $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Таблица 21 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ п/п	Виды работ	Исполнитель	Количество дней	Продолжительность выполнения работ														
				Январь	Февраль			Март			Апрель			Май				
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Подбор и изучение материалов, введение	Губа Г.Я. (научный руководитель), Винницкая М.С. (студент)		■														
2	Изучение литературы, написание литературного обзора	Винницкая М.С. (студент)			■	■												
3	Экспериментальная часть	Губа Г.Я. (научный руководитель), Винницкая М.С. (студент)			■	■	■	■										
4	Результаты и обсуждения	Винницкая М.С. (студент)							■	■	■							
5	Оценки эффективности применения анализа	Якимова Т. Б. (руководитель по ЭЧ) Винницкая М.С. (студент)										■	■					
6	Разработка социальной ответственности	Сечин А.А. (руководитель по СО) Винницкая М.С. (студент)											■	■				
7	Обработка данных и оформление ВКР	Винницкая М.С. (студент)													■	■	■	

Научный руководитель
  Студент
  Консультант по ЭЧ
  Консультант по СО

## 4.4 Бюджет технического исследования

### 4.4.1 Расчет материальных затрат

В состав затрат по проекту включается величина всех расходов. Затраты на выполнение проекта рассчитываются по статьям калькуляции, которые включают две группы затрат прямые затраты и накладные затраты.

Расчет стоимости материальных затрат производился по действующим прейскурантам и ценам с учетом НДС. В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены).

Результаты расчета затрат на сырье, материалы и покупные изделия в процессе проведения НИР представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Материальные затраты

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.	
			Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	Этиловый спирт	кг	50	70	200	200	10000	14000
2	ЛБВ	кг	1	2	2000	2000	2000	4000
3	Колба коническая, мерная, 50 мл	шт	6	9	160	160	960	1440
4	Колба круглодонная, 100 мл	шт	2	4	179	179	358	716
5	Мерный цилиндр, 100 мл	шт	1	2	250	250	250	500
6	Пипетка	упак.	3	3	70	70	210	210
7	Стакан мерный, 250 мл	шт	3	4	50	50	150	200
8	Дозатор пипеточный	шт	1	3	2500	2500	2500	7500
9	Фильтровальная бумага	упак.	3	5	170	170	510	850
Итого							16938	29416

#### 4.4.2 Расчет затрат на оборудование для экспериментальных работ

При приобретении спецоборудования учтены затраты по его доставке и монтажу в размере 15 % от его цены. Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, используемого для каждого исполнения темы, сводятся в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на оборудование для экспериментальных работ

№, п/п	Наименование оборудования	Цена оборудования, руб.		Эксплуатация оборудования, лет		Амортизация, руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	Микроволновой реактор DAEWOO ELECTRONICS KOR-6L15	4570		2		2285	
2	Весы аналитические (класс точности 0,0001 г., Россия)	19000		5		3800	
3	Спектрофотометр (Япония)	870000		5		174000	
Итого						180085	

#### 4.4.3 Расчет основной заработной платы

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}}; \quad (4.4)$$

где,

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}; \quad (4.5)$$

где,

- $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;
- $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;
- $F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени технического персонала, раб. дн.

Таблица 24 – Баланс рабочего времени за 2020 год

№ п/п	Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
1	Календарное число дней	365	365
2	Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
3	Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24	-
4	Действительный годовой фонд рабочего времени	223	247

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}; \quad (4.6)$$

где,

- $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;
- $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ );
- $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;
- $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Категория	З <sub>тс</sub> , руб.	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> ,руб	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
1	Научный руководитель							
	ППС3	35120	0,35	1,3	75332,4	3783,51	20	75670,21
2	Студент							
	ППС1	12130	0,35	1,3	26018,85	1264,07	60	75844,42
3	Консультант по ЭЧ							
	ППС3	35120	0,35	1,3	75332,4	3783,51	1,25	4729,39
4	Консультант по СО							
	ППС2	27770	0,35	1,3	59566,65	2991,69	1,25	3739,61

Общая заработная плата исполнителей работы представлена в таблице 26.

Таблица 26 – Общая заработная плата исполнителей

№ п/п	Исполнители	З <sub>осн</sub> , руб.	З <sub>доп</sub> , руб.*	З <sub>зп</sub> , руб.
1	Научный руководитель	75670,21	11350,53	87020,74
2	Студент	75844,42	11376,66	87221,08
3	Консультант по ЭЧ	4729,39	709,41	5438,8
4	Консультант СО	3739,61	506,94	4300,55
Итого		159983,63	23997,54	183981,17

Примечание: \* – дополнительная заработная плата (15% от З<sub>осн</sub>).

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

Отчисления на социальные нужды составляет 30,2 % от суммы заработной платы всех сотрудников. Отчисления на социальные нужды составляет: отчисления в пенсионный фонд 22%, отчисление на социальное страхование 2,9%, отчисление на медицинское страхование 5,1%, 0,2% страхование жизни, от несчастного случая.

Рассчитываем затраты на отчисление на социальные нужды по формуле:

$$Z_{o.c.n} = 0,3 \cdot (Z_{осн.рук.} + Z_{осн.инж.}); \quad (4.7)$$



где,

- $Z_{o.c.n}$  – затраты на отчисления на социальные нужды, руб.

$$Z_{o.c.n} = 0,3 \cdot (75670,21 + 75844,42 + 4729,39 + 3739,61) = 47995,09 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Отчисления во внебюджетные фонды

№ п/п	Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
1	Научный руководитель	75670,21	11350,53
2	Студент	75844,42	11376,66
3	Консультант по ЭЧ	4729,39	709,41
4	Консультант СО	3739,61	506,94
5	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого		55562,31	

#### 4.4.5 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 5); \quad (4.8)$$

где,

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

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

#### 4.4.6 Формирование бюджета затрат

Определение бюджета затрат на исследовательский проект в рамках ВКР приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
		Исп.1	Исп.2	
1	Материальные затраты	16938	29416	п. 4.4.1
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ (амортизационные отчисления)	180085	180085	п. 4.4.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	159983,63	159983,63	п. 4.4.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23997,54	23997,54	п. 4.4.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	55562,31	55562,31	п. 4.4.4
6	Накладные расходы	69850,64	71847,12	16 % от суммы ст. 1-5
7	Бюджет затрат	506417,12	520891,6	Сумма ст. 1-6

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}; \quad (4.9)$$

где,

- $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;
- $\Phi_{ri}$  – стоимость i-го варианта исполнения;
- $\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат

разработки в 66 разях (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разях (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i ; \quad (4.10)$$

где,

- $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;
- $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;
- $b_{ia}, b_{ip}$  – 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 29.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Выход продукта	0,2	4	3
2. Энергоемкость процессов	0,25	5	4
3. Использование МВО	0,25	4	4
4. Простота подготовки	0,3	5	4
Итого	1	4,5	3,75

$$I_{\text{риск.1}} = 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 = 4,55;$$

$$I_{\text{риск.2}} = 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,3 = 3,8.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{\text{финр}}$ ) и аналога ( $I_{\text{финр}}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя.

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{р-исп.1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{р-исп.2}}}{I_{\text{финр}}} \dots \quad (4.11)$$

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

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}; \quad (4.12)$$

где,

- $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;
- $I_{\text{исп.1}}$  – интегральный показатель разработки
- $I_{\text{исп.2}}$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Наглядно данное сравнение представлено в таблице 30.

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,972	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,681	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81

Вывод: в результате проведенного анализа показано, что при применении метода МВО (исполнение 1) достигается лучший эффект, чем при использовании ВБ (исполнение 2). Данный вариант характеризуется высокими значениями показателей финансовой эффективности ( $I_{\text{фин}} = 0,972$ ), ресурсоэффективности ( $I_{\text{р}} = 4,55$ ) и, следовательно, интегрального показателя эффективности, равного 4,681.

## **Глава 5. Социальная ответственность**

### **Введение**

Научная работа проводилась в научно-исследовательской лаборатории Национального Томского политехнического университета.

Выпускная квалификационная работа связана с определением флавоноидов в экстракте лабазника вязолистного с использованием микроволнового облучения.

Целью данной части выпускной квалификационной работы является обеспечение социальной ответственности при выполнении экспериментальной части научно-исследовательской работы, а также на производстве, заключающееся в создании безопасных, безвредных, благоприятных и комфортных условий труда.

Лабазник вязолистный – многолетнее травянистое растение семейства розоцветных. Химический состав надземной части лабазника вязолистного представлен простыми фенолами, флавоноидами (кверцетин, кемпферол), аскорбиновой кислотой, халконами, танинами, катехинами, кумарином, фенольными гликозидами, эфирным маслом, высшими жирными кислотами [5,6].

Флавоноиды в различных растениях представляют собой полифенольные соединения. Флавоноиды оказывают антиоксидантное, противовоспалительное, противомикробное и противораковое действие, а также защищают сердечно-сосудистую и нервную системы.

Нами была рассмотрена возможность экстрагировать ЛБВ в условиях микроволнового облучения. Данный метод позволяет сократить время проведения реакций и технологических процессов; повысить чистоту конечного продукта; разрабатывать эффективные и экологически чистые методы синтеза и экстракции, перспективных для фармации БАВ.

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Все работники лаборатории обязаны пройти инструктаж по технике безопасности: знать меры при возникновении аварийных ситуаций, расположение первичных средств пожаротушения, план эвакуации и нахождение кнопок оповещения [55].

От каждого работника лаборатории требуется соблюдение следующих правил:

- к работе не допускаются лица, не прошедшие инструктаж (периодичность для студентов – 2 раза в год);
- работа с химическими веществами запрещена беременным женщинам и несовершеннолетним;
- продолжительность работы в лаборатории составляет не более 8 часов в день (перерывы через каждые 45-50 минут);
- периодичность медосмотров – раз в год;
- при работе с химическими веществами следует предотвратить любую возможность проникновения в организм человека: через легкие, кожу или через рот;
- не использовать высокоопасные растворители для технических целей (мытья посуды);
- любые работы с газообразными, летучими или пылящими жидкими и твердыми веществами проводить только в вытяжном шкафу при включенной вентиляции, летучие твердые и жидкие вещества держать плотно закупоренными, а наиболее летучие – на специальных полках в вытяжном шкафу, взвешивать летучие твердые и жидкие вещества только в плотно закрывающихся сосудах;
- химические реактивы брать только шпателем, пинцетом или ложечкой;

- жидкости переливать через химические воронки. Слянку, из которой переливают жидкость, необходимо держать этикеткой к руке во избежание её порчи;
- при нагревании растворов и веществ в реакторе необходимо использовать держатель;
- нельзя наклоняться над сосудом, в котором происходит нагревание или кипячение жидкости;
- при разбавлении концентрированных кислот и щелочей небольшими порциями приливать кислоту (или концентрированный раствор щелочи) в воду, а не наоборот;
- продукты реакции сливать только в соответствующие банки в вытяжном шкафу;
- проникновение ядов в организм через кожу можно предотвратить или уменьшить путем соблюдения личной гигиены и применения спецодежды.

## **5.2 Производственная безопасность**

Производственная безопасность сводится к защите человека и окружающей среды от негативного влияния производства. Основная цель производственной безопасности свести к минимуму поражения человека на рабочем месте.

В таблице 31 приведены характеристики основных вредных химических веществ и соединений, при микроволновой экстракции лабазника вязолистного.

Таблица 31 – Возможные опасные и вредные факторы [56]

№ п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
		Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1	Отклонение показателей микроклимата	+	+		СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
2	Превышение уровня шума		+		ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения); ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности.
3	Отсутствие или недостаток естественного света			+	Токсическое влияние химических веществ ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения); Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
4	Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).

### 5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В качестве объекта исследования использовалось лекарственное растительное сырье – лабазник вязолистный. Несмотря на то, что данное



растение абсолютно безвредное для человеческого организма, при работе с ним необходимо соблюдать некоторые правила безопасности:

- при измельчении растительного сырья использовать индивидуальные средства защиты для защиты носа, рта и глаз (респиратор, очки);
- заготовленное лекарственное растительное сырье хранить с этикетками в сухом темном месте;
- после работы с ЛРС вымыть руки и лицо с мылом.

### **5.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

На протяжении всего рабочего процесса использовались химикаты разной токсичности и класса опасности, которые напрямую воздействуют на человека, проводящего опыты. Вредные вещества попадают в человеческий организм в большинстве случаев через дыхательные пути, а также с пищей и через кожу.

В лабораторных помещениях для соблюдения специальных норм микроклимата предусмотрены следующее в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 [57] и ГОСТ 12.1005 – 88 [58] («Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»): помещения оснащены, устройством для отопления, используется теплоизоляционные материалы (асбест).

Согласно нормативному документу СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [59] описанная работа относится к категории Ia с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Поэтому в лабораторных помещениях создаются оптимальные микроклиматические условия для нормального функционального состояния человека, которые приводятся в таблице 32.

Таблица 32 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (Категория работ Ia) [59]

№ п/п	Сезон года	Категория работ по уровню энергозатрата, ккаль/ч	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек	
			Диапазон ниже оптимальных	Диапазон выше оптимальных		Если $t_0 < t_0$ оптим.	Если $t_0 > t_0$ оптим.
1	Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2
2	Холодный		20,0-21,9	24,1-25,0		0,1	0,1

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения и 20 м<sup>3</sup> объема воздуха.

Площадь данного помещения составляет 30 м<sup>2</sup>, объем 100 м<sup>3</sup>. В данном помещении работают 2 человека, соответственно на одного человека приходится 15 м<sup>2</sup> и 50 м<sup>3</sup> воздуха, что соответствует санитарным нормам.

Фактическая температура воздуха в теплый период составляла 23-24°С, в холодный период 22-23°С что соответствует требуемым нормам.

### 5.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

При выполнении научной работы вредными факторами являются пары летучих используемых реактивов и растворителей.

Для защиты от вредных и опасных факторов предусмотрены следующие меры предосторожности: работу ведут под тягой с вентиляцией.

Все работники в лаборатории обязаны работать специальной одежде и должны не реже 1 раза в год проходить инструктаж по требованиям,

предъявляемым к нему при работе в указанных помещениях с соответствующей записью в журнале.

Характеристики возможных вредных веществ, при получении биоразлагаемых материалов при использовании микроволнового облучения описаны в таблице 33. Спирт этиловый относится к 4 классу опасности, то есть является малоопасным веществом, однако оказывает раздражающее действие на кожу, слизистые оболочки глаз.

Таблица 33 – Характеристика вредных веществ по ГН 2.1.5.689-98 [60]

№ п/п	Наименования	Физические свойства	Величи на ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Токсическое действие
1	Спирт этиловый	Бесцветная, горючая, легкоподвижная жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом.	1000	4	Оказывает раздражающее действие на кожу, слизистые оболочки глаз.

Характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах.

В результате гигиенических исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека.

В химической лаборатории установлены предельно допустимые уровни звукового давления и звука, указанные в таблице 34.

Таблица 34 – Значение предельно допустимого звукового давления [61]

№ п/п	Показатель	Значения								
1	Частота, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
2	Уровень звукового давления октавных полосах, дБ	103	91	83	77	73	70	68	66	64
3	Эквивалентный уровень звука, дБА	75								

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.*

В данной лаборатории используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения недостаточно, особенно в темное время суток.

В качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы типа ОД. Лампы ОД (открытые двухламповые) предназначены для помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности. По нормам освещения ГОСТ Р 55710-2013 освещение рабочих мест внутри зданий в помещении при работе с ПК рекомендуется 300-500 лк при общем освещении[62].

*Исследование основных показателей электробезопасности.*

По действующим правилам устройства электроустановок (ПЭУ) лабораторные помещения с точными приборами относятся к 1 категории по степени опасности поражения электрическим током.

Обеспечение электробезопасности в лаборатории следуют в соответствии по ГОСТу 12.1.013–78[63].

Работу с электрооборудованием и электрическими приборами, находящимися под напряжением, нужно выполнять с применением

электрозащитных средств (диэлектрических резиновых перчаток, галош, ковров, изолирующих подставок).

Все розетки должны быть промаркированы для определения ее напряжения. Руководитель химической лаборатории и сотрудник, отвечающий за технику безопасности, регулярно должны проводить инструктажи, проверять состояние оборудования и приборов, не допускать использование неисправных устройств.

*Исследование основных требований к взрывобезопасности.*

В целях защиты жизни, здоровья, имущества людей, работающих в лаборатории, и имущества лаборатории принимается закон технического регулирования и устанавливает требования пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 02.07.2013) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности») [64].

Научно-исследовательская лаборатория Национального исследовательского Томского политехнического университета по классификации зданий, сооружений по функциональной пожарной безопасности относится к Ф5.1 – лабораторные помещения.

Таблица 35 – Легковоспламеняющиеся жидкости, используемые при выполнении ВКР

№ п/п	Наименование вещества	Температура кипения, °С	Температура вспышки, °С	Температура самовоспламенения, °С
1	Этиловый спирт	78,37	13	404

В соответствии с правилами пожарной безопасности в химической лаборатории на видном месте должен быть жидкостный или углекислотный огнетушитель у входной двери.

### 5.3 Экологическая безопасность

При микроволновой экстракции возможны некоторые вредные воздействия на воздушную среду, воду, и возможно загрязнение почвы. Чтобы исключить загрязнения, в таблице 36, приведены природоохранные мероприятия.

Таблица 36 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при микроволновом получении биоразлагаемых материалов

№ п/п	Природные ресурсы и компоненты окружающей среды. НД, регламентирующие экологические показатели	Вредные воздействия, источники загрязнения	Природоохранные Мероприятия
1	<p>Атмосфера</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ Р 14.01-2005</li> <li>• ФЗ от 10.01.02 № 7-ФЗ</li> <li>• «Об охране окружающей среды»</li> <li>• ГН 2.2.5.1313–03</li> <li>• ГН 2.2.5.2308 – 07</li> <li>• СанПиН 2.1.6.1032-01.</li> <li>• ГН 2.1.6.1338 – 03</li> <li>• ГН 2.2.5.2309 – 07</li> </ul>	<p>Газообразные продукты, образующиеся в ходе химических реакций на этапах анализа.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Использование герметичного оборудования и шлифов;</li> <li>✓ Использование химических фильтров для нейтрализации вредных газов.</li> </ul>
2	<p>Гидросфера</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ФЗ от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»</li> <li>• ГОСТ Р 14.01-2005</li> <li>• ГОСТ 17.1.3.06–82</li> <li>• ГОСТ 17.1.3.13–86</li> </ul>	<p>Попадание в общую систему водоотведения реактивов, опасных веществ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Организация слива неорганических и органических отходов;</li> <li>✓ Обезвреживание реагентов физическими и химическими способами, регенерация растворителей.</li> </ul>
3	<p>Литосфера</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ФЗ от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»</li> <li>• ГОСТ 17.4.1.02-83</li> <li>• ГОСТ 17.4.3.03-85</li> <li>• ГОСТ 17.4.3.04-85</li> <li>• ГОСТ Р 14.01-2005</li> </ul>	<p>Химическое загрязнение почвы при неверной утилизации органических отходов, реактивов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Соблюдение правил верного сбора и хранения твердых органических и неорганических отходов;</li> <li>✓ Организация утилизации органических отходов.</li> </ul>

Таким образом, основными природоохранными мероприятиями является создание логистической системы сбора, хранения, утилизации и, при возможности, регенерации неорганических и органических отходов, образуемые при использовании методики, возможно применение химических реагентов, для перевода токсических и загрязняющих веществ в безопасные либо менее токсичные [65].

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований**

В ходе эксплуатации оборудования может возникнуть ряд внештатных ситуаций [66]:

- химический взрыв;
- внезапное отключение электроэнергии;
- выход оборудования из строя;
- возгорание оборудования.

### **5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

1) Термические ожоги. Ситуации, которые могут привести к термическому ожогу: работа с нагревательными приборами.

2) Пожар. Ситуации, которые могут привести к пожару: термическое лопание колбы с легковоспламеняющимися жидкостями.

### **5.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Пожар – это наиболее глобальная чрезвычайная ситуация, которая происходит чаще остальных при несоблюдении правил безопасности.

#### *Противопожарная защита.*

Все лабораторные помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности согласно ГОСТ 12.1.004-91 и иметь необходимые средства противопожарной безопасности согласно ГОСТ 12.4.009-83.

Лаборатории должны быть оснащены пожарными кранами (в количестве не менее одного на этаж) с пожарными рукавами необходимой длины. Каждое рабочее помещение должно быть оснащено песком и огнетушителями, а помещения с легковоспламеняющимися и огнеопасными веществами – дополнительными средствами пожаротушения. На видном месте, в помещении лаборатории должен висеть план эвакуации. Аварийная вытяжная вентиляция должна снизить взрывопожароопасность помещений.

Курение в лаборатории воспрещается. Нагревательные приборы необходимо установить на термостойкую подставку.

Сотрудники лаборатории, заметивший задымление, пожар или другие признаки пожара обязаны:

- незамедлительно сообщить в пожарную часть по телефону;
- принять всевозможные меры по недопущению распространения огня;
- известить начальника лаборатории, в свою очередь который обязан известить сотрудников, принять меры по ликвидации пожара к их эвакуации;
- знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.



### *Средства пожаротушения.*

Вода – наиболее доступное средство для тушения пожаров в лаборатории. Для тушения небольших очагов пламени можно взять воду из ближайшего водопроводного крана. При необходимости подачи большого количества воды в зону очага горения пользуются внутренним пожарным водопроводом (пожарный кран). Водой нельзя тушить электрооборудование и электропроводку, находящиеся под напряжением, вещества способные вступить с водой в химическую реакцию.

Для защиты работающих от вредных выбросов в случае аварийных выбросов необходимо использовать средства индивидуальной защиты (халат, перчатки, очки из органического стекла, респираторы).

Во избежание таких ситуаций предпринимается ряд мер:

- прохождение инструктажа по технике безопасности;
- постоянный контроль и отбраковка, имеющей сколы и трещины, лабораторной посуды;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты.

## **Заключение**

1) Изучено время экстракции веществ из ЛБВ 70% ВСС при мощности 80 Вт. Выявлено, что наибольшее количество экстрактивных веществ из ЛБВ экстрагируется при воздействии МВО 80 Вт при 15 минутах.

2) Изучено время экстракции из ЛБВ 70% ВСС полученного при нагревании на ВБ в течение 2 часов после гидролиза в условиях МВО при мощности 280 Вт. Оптимальными условиями проведения гидролиза является МВО 15 минут 280 Вт.

3) Определено оптимальное время проведения реакции комплексообразования с  $AlCl_3$  – 30 минут.

4) Экстракция флавоноидов из ЛБВ в условиях МВО протекает в два раза быстрее, чем на ВБ. Гидролиз гликозидов в условиях МВО протекает в 8 раз быстрее, чем на ВБ.

## **Список публикаций студента**

Винницкая М.С. Определение флавоноидов в экстракте лабазника вязолистного с использованием МВО // XXI Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени профессора Л.П. Кулева «Химия и химическая технология в XXI веке», подсекция 3.1, Россия, Томск, 2020.

## Список литературы

1. Гудкова Н.Ю. О перспективах интродукции представителей рода лабазник (*Filipendula* Mill.) в качестве источников лекарственного сырья / Н.Ю. Гудкова. – М.: Сельскохозяйственная биология, 2012. – 186 с.
2. Задорожный А. М. Справочник по лекарственным растениям / А.М. Задорожный, А.Г. Кошкин, С.Я. Соколов. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 250 с.
3. Жилина И.В. Разработка состава и технология геля с экстрактом из цветков лабазника вязолистного для использования в качестве дерматопротектора / И.В. Жилина, Э.Ф. Степанова, Г.А. Голова. – М.: Фундаментальные исследования, 2011. – 312 с.
4. Зыкова И.Д. Компонентный состав эфирного масла из соцветий *Filipendula ulmarius* (L.) Maxim в фазах цветения и плодоношения / И.Д. Зыкова, А.А. Ефремов. – М.: Химия растительного сырья, 2011. – 279 с.
5. Краснов ЕА. Химический состав растений рода *Filipendula* / Е.А. Краснов, Е.Ю. Авдеева. М.: Химия растительного сырья, 2012. – 211 с.
6. Высочина Г.И. Содержание основных групп биологически активных веществ в растениях сибирских видов *Filipendula* Mill / Г.И. Высочина, Т.А. Кукушкина, Г.М. Шалдаева. М.: Химия растительного сырья, 2014. – 296 с.
7. Носов А. М. Лекарственные растения / А.М. Носов – М.: ЭКСМО-Пресс, 2000. – 350 с.
8. Завражнов В. И. Лекарственные растения / В.И. Завражнов, Р.И. Китаева, К.Ф. Хмелев. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1994. – 279 с.
9. Samanta A, Das G & Das S (2011) Roles of flavonoids in plants. *Int J Pharm Sci Tech* 6.
10. Куркин В.А. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений / В.А. Куркин, А.В. Куркина, Е.В. Авдеева. – М.: Фундаментальные исследования, 2013. – 1917 с.

11. Havsteen B (2002) The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol Ther* 96.
12. Burak M & Imen Y (1999) Flavonoids and their antioxidant properties. *Turkiye Klin Tip Bil Derg* 19.
13. Ross J. A , Kasum C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety // *Annu Rev Nutr*, 2002.
14. Dixon R & Pasinetti G (2010) Flavonoids and isoflavonoids: from plant biology to agriculture and neuroscience. *Plant Physiol* 154.
15. Iwashina T (2013) Flavonoid properties of five families newly incorporated into the order Caryophyllales (Review). *Bull Natl Mus Nat Sci* 39.
16. Элькаиб Х.М. Количественное определение флавоноидов ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) / Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев, П.Н. Саввин. –Воронеж: Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2017. – 213 с.
17. Flavonoids: an overview [Электронный Ресурс]: *J Nutr Sci*. 2016 – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5465813/>.
18. Jayveera K.N.; Sukhen, S.; *International journal of Pharmacy*, 2012.
19. Keneth,N.M.; Sebasian,P.F.;Pasrich,A.K.;Pong,A.; Devenish,S.O.; David,E.H.; Mary.; Grahm,A.R.; JaneR.H.; *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 2009.
20. Lokhande, P.; Hasanzadeh, K.; Guruvaiah, S.; *European Journal of Chemistry*, 2011.
21. Carlo, G.D.; Mascolo, N. I.; Capasso, A.A.; *Flavonoids: Old and New aspects of a class of Natural Therapeutic Drugs. Life Sciences*, 1999.
22. Halliwell B, Gutteridge J & Cross C (1992) Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now? *J Lab Clin Med* 119.
23. Li P, Xu G, Li SP, Wang YT, Fan TP, Zhao QS, Zhang QW. Optimizing ultra performance liquid chromatographic analysis of 10 diterpenoid compounds in *Salvia miltiorrhiza* using central composite design. *J Agric Food Chem*, 2008.

24. Li P, Yin ZQ, Li SL, Huang XJ, Ye WC, Zhang QW. Simultaneous determination of eight flavonoids and pogostone in *Pogostemon cablin* by high performance liquid chromatography. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 2014.
25. Yi Y, Zhang QW, Li SL, Wang Y, Ye WC, Zhao J, Wang YT. Simultaneous quantification of major flavonoids in “Bawanghua”, the edible flower of *Hylocereus undatus* using pressurised liquid extraction and high performance liquid chromatography. *Food Chem*, 2012.
26. CBD EXTRACTION METHODS [Электронный Ресурс]: PB Webadmin, 2019 – Режим доступа: <https://www.powerblanket.com/blog/cbd-extraction-methods/>.
27. Zhou YQ, Zhang QW, Li SL, Yin ZQ, Zhang XQ, Ye WC. Quality evaluation of semen *oroxyli* through simultaneous quantification of 13 components by high performance liquid chromatography. *Curr Pharm Anal*, 2012.
28. Du G, Zhao HY, Song YL, Zhang QW, Wang YT. Rapid simultaneous determination of isoflavones in *Radix puerariae* using high-performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry with novel shell-type column. *J Sep Sci*, 2011.
29. Ćujić N, Šavikin K, Janković T, Pljevljakušić D, Zdunić G, Ibrić S. Optimization of polyphenols extraction from dried chokeberry using maceration as traditional technique. *Food Chem*, 2016.
30. Albuquerque BR, Prieto MA, Barreiro MF, Rodrigues A, Curran TP, Barros L, Ferreira ICFR. Catechin-based extract optimization obtained from *Arbutus unedo* L. fruits using maceration/microwave/ultrasound extraction techniques. *Ind Crops Prod.*, 2017.
31. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants [Электронный Ресурс]: United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, 2008 – Режим доступа: [https://www.unido.org/sites/default/files/2009-10/Extraction\\_technologies\\_for\\_medicinal\\_and\\_aromatic\\_plants\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2009-10/Extraction_technologies_for_medicinal_and_aromatic_plants_0.pdf).
32. Гроссман В.А., Фармацевтическая технология: учебное пособие для медицинских училищ и колледжей / В. А. Гроссман. – М.:, 2012. – 320 с.

33. Производство экстракционных препаратов. Настойки. Экстракты [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: [http://ztl.nuph.edu.ua/html/medication/chapter05\\_06.html](http://ztl.nuph.edu.ua/html/medication/chapter05_06.html).
34. Краснюк И.И. Фармацевтическая технология: учебное пособие для медицинских училищ и колледжей / И.И. Краснюк, Г.В. Михайлова, Л.И. Мурадова. – М.: ГЭОТАР Медиа, 2013. – 560 с.
35. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review [Электронный Ресурс]: /Qing-Wen Zhang, Li-Gen Lin, Wen-Cai Ye // Chin Med., 2018. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5905184/>.
36. Перколяция [Электронный Ресурс]. 2016 – Режим доступа: <http://www.pharmspravka.ru/tehnologiya-summarnyih-galenovyih-preparatov/nastoyki/perkolyatsiya.html>.
37. Думитраш П.Г., Болога М.К., Шемякова Т.Д. Ультразвуковая экстракция биологически активных соединений из семян томатов [Электронный Ресурс]: Институт прикладной физики АН Молдовы, 2016. – 52 с. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ultrazvukovaya-ekstraktsiya-biologicheski-aktivnyh-soedineniy-iz-semyan-tomatov/viewer>.
38. Леонова М.В. Экстракционные методы изготовления лекарственных средств из растительного сырья / М.В. Леонова, Ю.Н. Климочкин // Учебно-методическое пособие. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2012. – 118 с.
39. Microwave Oven Radiation [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/resources-you-radiation-emitting-products/microwave-oven-radiation>.
40. Пробоподготовка в микроволновых печах: Теория и практика / Под ред. Г.М.Кингстона, Л.Б.Джесси. М.: Мир, 1991. – 336 с.
41. Архангельский Ю.С. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов / Ю.М. Архангельский, И.И. Девяткин. – Саратов: Саратов государственный университет, 1983. – 140 с.

42. Чмиленко Ф.А. Интенсификация пробоподготовки при определении элементов – примесей в пищевых продуктах / Ф.А. Чмиленко, А.Н. Бакланов // Журнал аналитической химии, 1999. – 58 с.
43. Бердоносков С.С. Микроволновое излучение в химической практике / С.С. Бердоносков, Д.Г. Бердоносков, И.В. Знаменская // Химическая технология, 2000. – 151 с.
44. Бердоносков С.С. Отжиг дефектов в неорганических кристаллогидратах при их облучении СВ-полем / С.С. Бердоносков, М.А. Прокофьев, В.Я. Лебедев // Неорганические материалы, 1997. –1262 с.
45. Маркин В.И. Основные направления использования микроволнового излучения при переработке растительного сырья / В.И. Маркин, М.Ю. Чепрасова, Н.Г. Базарнова // Химия растительного сырья, 2014. – 96 с.
46. Microwave-assisted synthesis [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki.anton-paar.com/en/microwave-assisted-synthesis/>.
47. Spectrophotometry [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\\_Textbook\\_Maps/Supplemental\\_Modules\\_\(Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\)/Kinetics/Reaction\\_Rates/Experimental\\_Determination\\_of\\_Kinetics/Spectrophotometry](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Kinetics/Reaction_Rates/Experimental_Determination_of_Kinetics/Spectrophotometry).
48. Шилова И.В. Химический состав и ноотропная активность растений Сибири / И.В. Шилова, Н.И. Суслов, И.А. Самылина // Томск, 2010. – 85 с.
49. Shilova I.V. Research biologically active substances *Atragea speciosa* Weinm, 2002. – 15 с.
50. Кверцетин [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD>.
51. Рутозид [Электронный Ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%B4>.



52. Сорокина О. Н., Сумина Е. Г., Петракова А. В., Барышева С. В. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания флавоноидов в лекарственных препаратах растительного происхождения [Электронный Ресурс]: Известия Саратовского университета. Химия. Биология. Экология, 2013. – 68 с.
53. Шилова И.В. Химический состав растений Сибири и разработка ноотропных средств на их основе / И.В. Шилова, Н.И. Суслов, И.А. Самылина // Томск, 2013. – 265 с.
54. Александров А.О. Определение флавоноидов в лекарственном растительном сырье // Выпускная квалифицированная работа. Томск, 2019. – 82 с.
55. Инструкция по охране труда при работе с химическими веществами ТПУ-Томск 2008.
56. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
57. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М., 1997. – 14 с.
58. ГОСТ 12.1005 -88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
59. ГН 2.1.5.689-98G предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования - М: Минздрав России, 1998.
60. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М: Минздрав России, 1996-11с.
61. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
62. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
63. ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Электробезопасность. Общие требования

64. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 02.07.2013) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
65. ГОСТ Р 14.01-2005 Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования.
66. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.