

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль Биотехнология
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы Определение некоторых показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях

УДК 582.263

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д71	Ахметшина Ангелина Альбертовна		10.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Чубик Марианна Валериановна	к.м.н., доцент		11.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		10.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		10.06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 19.03.01 Биотехнология	Лесина Ю.А.	к.х.н.		14.06.2021

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

по направлению 19.03.01 Биотехнология

Код компетенции	Наименование компетенции
	Универсальные компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
	Общепрофессиональные компетенции
ОПК(У)-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-2	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-3	Способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-4	Способность понимать значения информации в развитии современного информационного общества, сознание опасности и угрозы, возникающей в этом процессе, способность соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

Код компетенции	Наименование компетенции
Дополнительно сформированные общепрофессиональные компетенции университета	
ДОПК(У)-1	Способность разрабатывать технологическую и конструкторскую документацию
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Способность к реализации и управлению биотехнологическими процессами
ПК(У)-3	Готовность оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-4	Способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
ПК(У)-8	Способность работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности
ПК(У)-9	Владение основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области; способность проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов
ПК(У)-10	Владение планированием эксперимента, обработки и представления полученных результатов
ПК(У)-11	Готовность использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ

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

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль Биотехнология
Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП 19.03.01 Биотехнология
Лесина Ю.А.

(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
4Д71	Ахметшиной Ангелине Альбертовне

Тема работы:

Определение некоторых показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 03.02.2021 № 34-53_с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Объектом исследования является одноклеточная микроводоросль <i>Chlorella Vulgaris</i>.</i></p> <p><i>Сырье: суспензия хлореллы.</i></p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор литературы • Объект и методы исследования • Описание экспериментальной части • Результаты проведенного исследования • Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение • Социальная ответственность • Заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	нет
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Спицына Любовь Юрьевна, доцент ОСГН ШБИП ТПУ</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна, ассистент ООД ТПУ</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	25.01.2021 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Чубик Марианна Валериановна	к.м.н., доцент		25.01.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д71	Ахметшина Ангелина Альбертовна		25.01.2021г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Д71	Ахметшиной Ангелине Альбертовне

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	19.03.01 Биотехнология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 500 000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 300 000 руб..
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 3 баллов из 20
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования. Определение целевого рынка и его сегментирование. Анализ конкурентных технических решений. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ в рамках исследования. Определение трудоемкости выполнения работ и составление календарного плана-графика.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт затрат на материалы и оборудование, заработную плату, расчёт накладных расходов, отчислений во внебюджетные фонды. Определение эффективности исследовательской работы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		03.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Ахметшина Ангелина Альбертовна		03.02.2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Д71	Ахметшина Ангелина Альбертовна

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	19.03.01 Биотехнология

Тема ВКР:

Определение некоторых показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является биомасса клеток микроводоросли хлореллы. Рабочая зона – лаборатория НОЦ Н.М. Кижнера ТПУ, 307 аудитория, аудитория 025 корпуса №3. Область применения исследования – научно-исследовательская деятельность, сельское хозяйство, медицина, косметология, в производстве биотоплива, в пищевой промышленности.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020); – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; – ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; – специальная должностная инструкция работника.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Опасные и вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение показателей микроклимата; – превышение уровня шума; – связанные с электрическим током; – пожароопасность. – проникновение раздражающих, токсичных, канцерогенных и sensibilizing веществ в

	<p>организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки;</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Область воздействия на гидросферу: – загрязнение бытовыми стоками в результате удаления реагентов в хозяйственно-бытовую канализацию;</p> <p>Область воздействия на атмосферу: – возможность попадания в атмосферу летучих токсичных веществ;</p> <p>Область воздействия на литосферу: – загрязнение литосферы вследствие неправильной утилизации биологического материала, содержащего токсичные вещества, загрязнение бытовым мусором.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – техногенного характера: пожары, обрушения зданий, аварии на тепловых сетях в холодное время года; – природного характера: землетрясения, метеорологические опасные явления; – биолого-социального и социального характера: инфекционные заболевания людей, терроризм, массовые беспорядки; – военного характера: последствия введения боевых действий. <p>Наиболее типичная ЧС: – возникновения пожара;</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		03.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д71	Ахметшина Ангелина Альбертовна		03.02.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 82 с., 8 рис., 22 табл., 47 источников.

Ключевые слова: хлорелла, культивирование, биомасса, одноклеточная микроводоросль, оптимизация производства, фотобиореактор, физико-химические параметры, показатели.

Объектом исследования является зеленая одноклеточная микроводоросль *Chlorella Vulgaris*.

Цель работы – изучение показателей суспензии при выращивании *Chlorella vulgaris* в замкнутых условиях.

В процессе работы было выяснено влияние физико-химических параметров на культивирование объекта исследования, а также проанализированы параметры культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях.

В результате исследования мы ознакомились с объектом исследования и методами культивирования, определили влияние физико-химических параметров на культивирование объекта исследования, а также подобрали параметры культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях.

Область применения: биотехнология.

Значимость работы: исследование изменения физико-химических показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы внесет вклад в оптимизацию производства и увеличению выхода клеточной биомассы

В будущем планируется продолжить работу по поводу подбора физико-химических параметров и питательных сред, а также изучению других определяющих показателей культуральной жидкости.

Оглавление

Введение.....	12
1. Обзор литературы.....	14
1.1. Характеристика хлореллы и ее применение.....	14
1.2. Способы выращивания хлореллы.....	17
1.3. Изменение физико-химических параметров среды при культивировании хлореллы.....	22
2 Объект и методы исследования	25
2.1. Хлорелла.....	26
2.2. Метод определения витаминов с помощью качественных реакций.....	27
2.3. Спектрофотометрический метод количественного определения белка в суспензии.....	28
3 Экспериментальная часть.....	30
3.1. Определение витаминов в суспензии хлореллы.....	30
3.2. Количественное определение белка в суспензии хлореллы.....	33
4 Результаты проведенного исследования	34
4.1. Обоснование выбора объекта исследования и методов исследования суспензии хлореллы.....	35
4.2. Результаты проведенного исследования по определению витаминов в исследуемой суспензии.....	36
4.3. Результаты проведенного исследования по количественному определению белка в исследуемой суспензии хлореллы.....	38
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	40
5.1. Потенциальные потребители результатов исследования	41
5.2. Анализ конкурентных технических решений.....	42
5.3. SWOT-анализ.....	44
5.4. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	46
5.5. Планирование научно-исследовательских работ.....	48
5.5.1 Структура работ в рамках научного исследования	48

5.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ и составление календарного плана-графика.....	50
5.6 Бюджет научного исследования.....	55
5.6.1. Расчет материальных затрат ВКР.....	55
5.6.2. Расчёт заработной платы.....	57
5.6.3 Расчёт страховых отчислений.....	60
5.6.4 Расчет накладных расходов.....	60
5.6.5 Формирование бюджета исследовательской работы.....	61
5.6.6 Оценка эффективности исследовательской работы.....	61
6. Социальная ответственность	67
6.1. Введение.....	67
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	68
6.1.2. Проектирование рабочей зоны.....	70
6.2. Профессиональная социальная безопасность.....	72
6.2.1 Анализ вредных факторов производственной среды.....	72
6.3. Экологическая безопасность.....	73
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
Заключение.....	76
Список использованных источников.....	77

Введение

В последнее время широкое применение и распространение в различных областях получают микроводоросли. Среди них можно выделить сельское хозяйство, пищевую промышленность, производство биотоплива, косметологию, медицину, а также очистку сточных вод. Поэтому, в современном мире микроводоросли постепенно стали объектом тщательного изучения и массового культивирования.

Одной из подходящих и активно используемых в процессе культивирования микроводорослей, является *Chlorella vulgaris*. Научно-исследовательские работы по поводу оптимизации производства выращивания биомассы хлореллы на протяжении нескольких десятилетий являются актуальными и ведутся нынешними учеными до сих пор.

При этом, процесс оптимизации условий культивирования сопровождается постепенным подбором и анализом некоторых параметров и показателей фотобиореактора. Таким образом, при определении некоторых показателей суспензии микроводоросли хлореллы с последующей оптимизацией параметров, возможно увеличение биомассы с более низким потреблением субстратов и питательных сред.

Для полноценной реализации оптимизации параметров фотобиореактора необходим тщательный анализ и определение некоторых показателей суспензии хлореллы при выращивании в замкнутых условиях. К ним следует отнести количественные методы определения белков в соответствующем объекте, а также методы определения витаминов с помощью качественных реакций. Данное обстоятельство способно в значительной степени удешевить производство и стать альтернативным решением многих проблем.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение показателей суспензии при выращивании *Chlorella vulgaris* в замкнутых условиях.

Задачи данного исследования:

1. Ознакомиться с объектом исследования и методами культивирования;

2. Определить влияние физико-химических параметров на культивирование объекта исследования;
3. Подобрать параметры культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях;
4. Провести оценку экономической эффективности и экологической безопасности проекта.

Актуальность работы: определение и изучение показателей культуральной жидкости хлореллы является важнейшим этапом в оптимизации физико-химически параметров и подбора питательной среды. Данное обстоятельство обусловлено высоким содержанием в суспензии хлореллы белков, жиров, углеводов, витаминов, высших жирных кислот, микроэлементов и других жизненно важных компонентов. Следовательно, проблема оптимизации выращивания биомассы микроводоросли, а также повышение ее выхода является важной и требует нахождения дополнительных решений.

1. Обзор литературы

1.1 Характеристика хлореллы и ее применение

В последнее время культивирование микроводорослей все больше приобретает значительный интерес в различных областях промышленности и становится многообещающей альтернативой дорогостоящему сырью, имеющее большое биоразнообразие с огромным рядом достоинств и преимуществ. Наиболее популярным объектом, используемым в качестве массового культивирования, является зеленая микроводоросль хлорелла.

Хлорелла – один из представителей рода зеленых одноклеточных микроводорослей, являющаяся не только продуцентом формирования большой биомассы в культуре, но и выступающая в роли полноценного источника незаменимых и жизненно важных компонентов, таких как: углеводы, белки, жиры, витамины, высшие жирные кислоты, микроэлементы, антиоксиданты и другие питательные вещества, необходимые для правильного поддержания жизнедеятельности не только животных, но и человека [1].

Являясь активным продуцентом жизненно важных компонентов, микроводоросль хлорелла эффективно регулирует и устраняет загрязнение питательной среды. А получаемая суспензия является экологически чистой, так как при культивировании используется минимальное количество химических реагентов и различных энергетических средств. При этом известно, что регулирование физико-химических параметров и компонентов среды способно успешно повлиять на состав конечного продукта и его эффективность. Например, при культивировании хлореллы на обычных минеральных средах соотношении компонентов в сухой биомассе может составить: 30-35% углеводов, до 10% минеральных веществ, 5-10% липидов, 40-55% белков. Тогда как, при эффективном изменении соотношений компонентов питательной среды и других необходимых параметров, мы сможем получить до 38% углеводов, 89% белков и 86% липидов. Например, суспензия хлореллы, при культивировании которой использовалась среда исключительно богатая азотом, можно получить

суспензию, содержащую большое количество белка. А при выращивании микроводоросли на средах с дефицитом азота, хлорелла накапливала непосредственно углеводы и жиры.

При этом, еще одной характерной особенностью микроводоросли является способность биосинтеза белков из углекислого газа, минералов и воды, используя энергию солнечного света. Производство хлореллы и ее продуктивность не зависит от сезона и способно осуществлять продукцию круглогодично. Данное обстоятельство не только способствует в значительной мере отказу от дорогостоящих лекарственных препаратов, но и решают проблему истощения и дефицита основных источников нутриентов в рационах питания. Поэтому, уже сегодня в развитых странах эффективно производится обогащение высокого ассортимента продуктов питания. Кроме того, добавление в ежедневный рацион небольшого количества хлореллы способствует нормализации уровня сахара в крови и устойчивому поддержанию чувствительности гормона инсулина.

Сегодня, зеленая микроводоросль хлорелла является не только уникальной биологически активной добавкой к пище, но и успешно превосходит многие другие кормовые продукты, используемые в сельском хозяйстве. Например, при добавлении суспензии хлореллы в корма сельскохозяйственных животных происходит не только активное сохранение жизнедеятельности поголовья скота, но и дополнительные привесы до 40%. Также использование суспензии не только способствует более лучшему усвоению и всасыванию питательных веществ из кормов, но и позволяет улучшать сопротивляемость организмов различных животных к многим заболеваниям, что особенно необходимо при долговременном простое скота в зимние периоды, а также активизирует профилактику авитаминозных заболеваний, увеличивает способность к яйценоскости у кур и способствует быстрому набору веса у свиней, птиц и крупного рогатого скота. Данное преимущество достигается тем, что микроводоросль не имеет аналогов в этой области, является исключительной природной биологически активной добавкой и обладает широким

ассортиментом полезных свойств. Кроме того, возможность использования хлореллы не только в виде суспензии, но и в качестве сухой биомассы делает готовый продукт наиболее универсальным. Однако, использование микроводоросли в качестве суспензии является наиболее целесообразным, так как определяющее число водорастворимых витаминов должны находиться в водной среде. Данные преимущества не только станут выгодным решением в качестве альтернативной замены в добавлении витаминно-кормовых добавок к корму сельскохозяйственных животных, значительно снизят затраты на выращивание и вскармливание, но и приведут к прибыли. Поэтому, весьма выгодное применение, суспензия микроводоросли нашла в пчеловодстве, свиноводстве, птицеводстве, скотоводстве. Также широкое применение повсеместно распространено в растениеводстве - при взращивании семян, улучшения плодородия почвы и в качестве добавок при силосовании [2].

Кроме того, с появлением проблем истощения природных запасов, полезных ископаемых и глобального потепления, а также повышением цен на нефтепродукты, появилась необходимость поиска и разработки биотоплива третьего поколения. Данная необходимость также обусловлена нахождением более надежной стратегии смягчения углекислого газа и необходимостью поиска возобновляемых источников сырья. Следовательно, суспензия хлореллы является ценным энергетическим ресурсом, так как данная микроводоросль имеет свойство эффективно накапливать липиды, необходимые в производстве биодизеля, имеющего сходство с нефтяным топливом [3].

Учитывая весь ассортимент приведенных выше изученных данных о широком распространении микроводоросли, следует сделать вывод о том, что применение суспензии хлореллы в различных областях человека является достаточно широким:

- В косметологии, медицине, парфюмерии
- В сельском хозяйстве для применения в качестве кормовой добавки предназначенной для кур, свиней, крупного рогатого скота
- Для производства биотплива

- В производстве пищевых продуктов
- Для восстановления водоемов и реабилитации сточных вод

При этом, следует отметить, что при использовании суспензии хлореллы в выше озвученных областях возможно достижение следующих результатов:

- Получение привесов у свиней и крупного рогатого скота до 40%, а также увеличение объемов удоев у коров до 25%
- Значительное увеличение жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, а, следовательно, их продуктивного использования
- Более эффективная усвояемость кормов у животных, что в дальнейшем приведет к уменьшению затрат и увеличению прибыли
- Повышение сопротивляемости организмов животных
- Улучшение рационов населения и обогащение их витаминно-минеральным комплексом
- Получение биодизеля и снижение истощения полезных ископаемых и невозобновляемых ресурсов
- Улучшения плодородия почв и выращивания растений

1.2 Способы выращивания хлореллы

На сегодняшний день, разнообразие применений и сфер деятельности, в которых хлорелла нашла широкое применение, весьма разнообразны. Данное обстоятельство позволило провести анализ и тщательное рассмотрение основных подходов и способов масштабного культивирования микроводоросли хлореллы. Ниже будут рассмотрены и выделены наиболее значимые из них.

Среди разнообразия способов культивирования и выращивания одноклеточной микроводоросли выделяют несколько подходов, являющихся наиболее крупномасштабными.

Самым простым, на сегодня, является способ фотоавторофного выращивания в открытых водоемах или прудах (Рис. 1.1.). Одним из преимуществ данного метода является его низкая стоимость и легкость исполнения. При этом, при выборе водоема можно ограничиться как естественным, так и искусственно созданным прудом. Следует отметить, что глубина таких источников не должна превышать 15-50 см, так как данное условие обусловлено тем, что возникает необходимость в постоянном солнечном свете и освещении всей клеточной биомассы. Однако, крупномасштабное культивирование биомассы микроводоросли хлореллы в открытых водоемах имеет ряд недостатков, которое значительно противоречит механизму плодотворного регулирования основных физико-химических параметров при выращивании. Также, к еще одним из факторов риска необходимо отнести повышенную влажность и возможность резкого испарения воды с открытых источников. Возможная контаминация с бактериями, грибами и другими водорослями способна приводить к значительному снижению качества суспензии и ее загрязнению. Еще одним недостатком данного метода является неравномерное поступление света вглубь водоемов, а чередование дня и ночи может ухудшить рост и полноценное развитие микроводоросли хлореллы. Поэтому при получении и культивировании хлореллы необходимо использование другого альтернативного метода, который способен в большей мере привести к эффективным результатам и увеличению выхода биомассы.

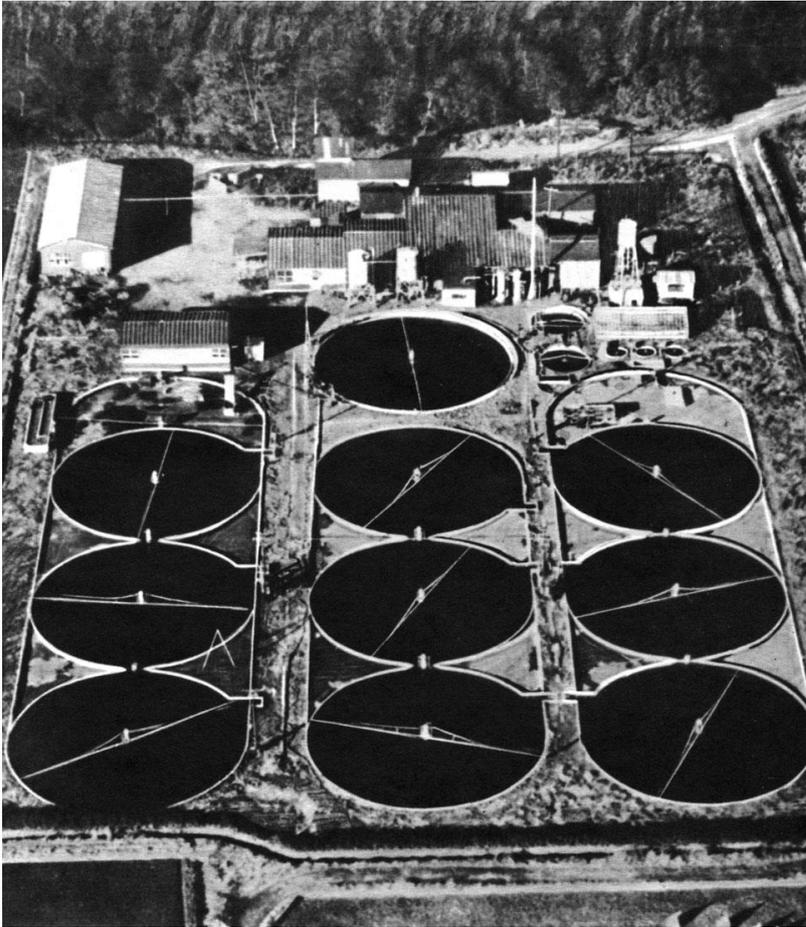


Рис. 1.1 – Установки для выращивания хлореллы в открытых водоемах [4]

Одним из более усовершенствованных и современных методов выращивания микроводоросли хлореллы является масштабное культивирование в фотобиореакторах. Хотя и является наиболее дорогостоящим в сравнении с выращиванием биомассы в открытых прудах. При этом, фотобиореактор является закрытой системой, в которой возможно эффективное регулирование таких физико-химических параметров, как освещенность, поступление и концентрация углекислого газа в суспензии, а также температура и pH [5].

Процесс культивирования биомассы хлореллы в современных фотобиореакторах идет непрерывно, так как определенная часть суспензии сливается с емкости и идет на упой сельскохозяйственным животным. А выращивание сопровождается приготовлением питательной среды, которая определяется в соответствии с необходимыми результатами и выходом клеточной биомассы [6].

Как правило, фотобиореактор представляет собой сосуд с выровненными по вертикали и горизонтали панелями либо вертикальными трубками, выполненный из стекла (Рис. 1.2). Высота таких трубок в диаметре обычно не превышает 10 сантиметров. При этом, одним из параметров эффективного фотобиореактора является отношение объема к площади поверхности культивирования, также возможность изменения интенсивности освещения биомассы [7]. Поэтому, культивирование в подобных фотобиореакторах осуществляется за счет увеличения концентрации биомассы клеток хлореллы и выпуска наиболее качественного целевого продукта, который в последующем станет успешной альтернативой в области медицины, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, фармацевтики, косметологии и многих других [6].



(Рис. 1.2.) – Выращивания хлореллы в фотобиореакторах [8]

Рассмотрим основные подходы культивирования хлореллы, которые необходимо учитывать при ожидаемом целевом продукте и его эффективности. Исследователи выделяют определенные стратегии, при которых успешно удалось доказать их эффективность:

- 1) Азотное голодание

Безусловно, для развития не только водорослей, но и любых других живых организмов, азот является важнейшим элементом жизнедеятельности,

компонентом структуры белка и генетического материала. При этом он занимает лидирующую роль в элементах питания, необходимых для микроводорослей, после углерода, водорода и кислорода. Следовательно, по мере роста и развития микроводоросли необходимо постоянное поступление азота и его соединений. Однако, исследователями был предложен способ, так называемого, азотного голодания. Данный способ предполагает либо полное отсутствие азота в культуральной среде, либо постепенное его ограничение. При этом, ограничение азота пропорциональное другим элементам питания способно стимулировать получение веществ, которые в меньшей степени богаты азотом, такие как каротиноиды, различные пигменты и в большей степени обогащенные энергией: липиды и углеводы. Кроме того, обделенные азотом клетки хлореллы могут в полной степени осуществлять высвобождение азота, медленно превращая азотосодержащие нелипидные компоненты в липиды.

2) Фосфорное голодание

На сегодняшний день, при культивировании хлореллы достаточно часто используются культуральные среды, содержащие как избыток, так и недостаток фосфора, как элемента питания. Он является одним из важнейших элементов питательных веществ, который в значительной мере может повлиять на скорость роста и развития клеток микроводоросли [9].

Также, играя важную роль в развитии и питании клетки, фосфор активно участвует в образовании АТФ, которая способствует выработке энергии, участвует в метаболизме, биосинтезе фосфолипидов в образовании биогенеза мембран и других клеточных структур, а также преобразует энергию и участвует в передаче генетической информации [10].

Исследователями был предложен способ, с помощью которого удалось оценить влияние фосфора на питание, рост и состав конечной суспензии хлореллы. Таким образом, удалось выявить закономерность, при которой, дефицит фосфора негативно влияет на рост хлореллы и снижает его на 30-40%. Однако, питательная среда с дефицитом фосфора никак не повлияла на выработку пигментов и хлорофилла в текущей суспензии. Также исследовалось

фотосинтетическое выделение кислорода в суспензии с дефицитом фосфора в течение 8 дней. Результаты исследования показали, что при дефиците фосфора в культуральной среде значительного понижения общего содержания хлорофилла не было обнаружено [11].

Еще одно исследование, проведенное с целью выявления роста и развития микроводоросли хлореллы, показало следующие результаты: в среде, в которой специальным образом был достигнут дефицит фосфора, но при добавлении кадмия, было обнаружено увеличение концентрации нейтральных липидов в клетках микроводоросли хлореллы [12].

3) Культивирование в два этапа

Данный вид культивирования представляет собой несколько способов для культивирования суспензий хлореллы с последующим разграничиваем их на несколько этапов. При этом, известно, что китайские ученые в прошлом осуществили двухэтапное культивирование хлореллы. Первым этапом культивирования стало фотоавтотрофное культивирование, в дальнейшем следующим шагом стало миксотрофное культивирование. Данный подход к выращиванию хлореллы в замкнутых условиях позволил добиться синергетического эффекта и способствовал проросту биомассы клеток на 74% [13].

Таким образом, исходя из вышесказанного, при выборе режима и способа культивирования следует отталкиваться от существующего целеполагания, механизма получения конечного продукта и необходимого выхода клеточной биомассы.

1.3 Изменение физико-химических параметров среды при культивировании хлореллы

На сегодняшний день, большинство физико-химических параметров и внешних факторов, такие как температура, освещенность, интенсивность света, pH, а также состав питательной среды в значительной степени могут повлиять на успешное культивирование микроводоросли хлореллы и прирост клеточной биомассы.

1) Свет

Одним из таких факторов является доступ к необходимой освещенности, интенсивности и спектральному составу данного излучения. При этом, выращивание водорослей в открытых водоемах не требует затрат на требуемую освещенность, так как в летнее и весеннее время суток используется исключительно солнечное излучение. Однако, при этом, большую часть времени в году такие бассейны и водоемы находятся в отсутствии освещенности и значительно влияют на окислительные свойства микроводоросли и ее дальнейший выход биомассы. Поэтому наиболее перспективной альтернативой служит культивирование микроводоросли в замкнутых условиях с подводом необходимой искусственной освещенности даже в темное время суток и при пониженной подаче углекислого газа. Данное обстоятельство в значительной степени активизирует окислительную способность микроводорослей, что в дальнейшем приведет к повышению выхода и качества готового продукта.

При этом, известно, что более производительная установка фотобиореактора должна включать погруженный в суспензию источник света, так как с течением времени, при постоянной его работе, взвешенные в биомассе частицы способны к осаждению на стенках фотобиореактора, что в дальнейшем может привести к плохой проницаемости необходимой для продуктивной жизнедеятельности освещенности. Такое исполнение источника излучения при неправильной его работе или снижении эффективности позволяет успешно извлекать его из суспензии и беспрепятственно способствовать его очистке и продолжению обслуживания. В данном случае, целесообразно применение светодиодных ламп, которые в свою очередь позволят сузить диапазон спектра до необходимого и таким образом уменьшить затраты на электроэнергию. Так как микроводоросль хлорелла способна к адаптации светового воздействия необходим подбор оптимальной освещенности в зависимости от порога светового насыщения. Известно, что необходимая освещенность находится в пределах от 7 до 20×10 лк, а порог светового насыщения – от 1 до 90×10 лк [14].

2) Аэрация и перемешивание

Еще одним определяющим параметром, значительно влияющим на последующий рост и развитие микроводоросли хлореллы, является насыщаемость кислородом. При этом, данный фактор характеризуется величиной окислительно-восстановительного потенциала, который в свою очередь измеряется в вольтах [15].

Также, известно, что при проведении исследователями научных работ по теме зависимости роста микроводоросли хлореллы от перемешивания и аэрации было выяснено, что применение дополнительных стимуляторов позволяет получить дополнительные приросты культуры в биомассе и добиться наибольших выходов. Так, например, при дополнительном стимулировании биомассы поступлением воздуха рост микроводоросли повысился в 5,3 раза, при перемешивании в 4,8 раза. А при совмещении данных параметров рост клеток, по сравнению с суспензией ограниченной данными стимуляторами, увеличился в 5,9 раза [16].

3) Температура

Температура биомассы также является определяющим параметром, значительно влияющим на скорость роста и концентрацию клеток микроводоросли хлореллы. При этом, исследователями была установлена зависимость роста от температуры, которая демонстрирует способность развития микроводоросли хлореллы в зависимости от внешних условий. Таким образом, было выявлено, что с повышением температуры биомассы

увеличивался рост и концентрация клеток в суспензии: при температуре от 5 до 10°C количество клеток составляло 2,7 млн, при температуре от 10 до 15°C - количество клеток составляло 12 млн, при температуре от 20 до 25 – 89 млн, а при температуре от 34 до 36 – 118 млн клеток [17].

2. Объект и методы исследования

2.1 Хлорелла

Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) - представитель микроводорослей, относящийся к роду одноклеточных зеленых водорослей, которую большинство ученых относят к семейству *Chlorellaceae*. Клетка хлореллы имеет сферическую форму и находится в пределах от 2 до 10 мкм. Ее хлоропласты содержат в себе хлорофилл- α и хлорофилл- β . Самым распространённой формой является *Chlorella vulgaris*, биомасса которой повсеместно встречается в открытых прудах, каналах и лужах. Клеточная стенка микроводоросли является достаточно жесткой и способна к защите клетки от внешних условий среды. При этом, толщина клеточной стенки микроводоросли определяется в зависимости от фазы роста самой клетки. Так, например, при начальном появлении клетки из аутоспоры, толщина клеточной стенки не превышает 2 мкм и является наиболее хрупкой и восприимчивой. Структура клеточной стенки представляет собой жесткую целлюлозную оболочку, наружная сторона которой имеет хитозаноподобный слой и состоит из микрофибрилл и глюкозамина [18].

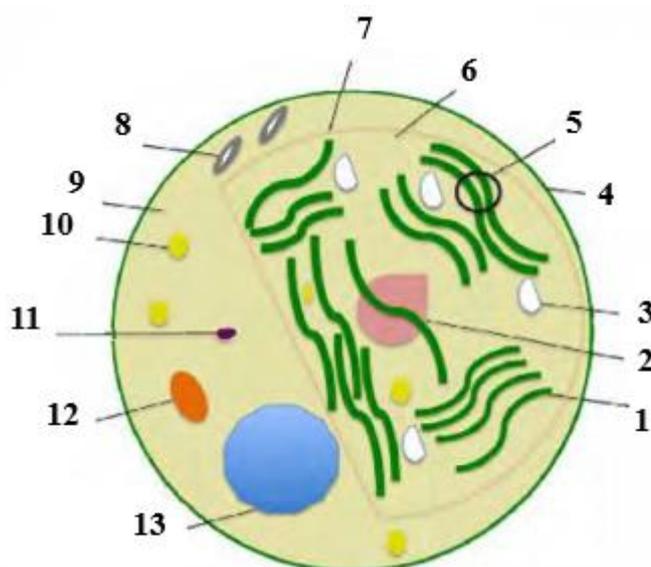


Рис. 2.1. - Внутреннее строение клетки *Chlorella vulgaris* [18]

1-тилакоид, 2-пиреноид, 3- крахмальное зерно, 4-клеточная стенка, 5- каротиноиды и хлорофилл, 6-хлоропласт, 7-мембранная хлоропласта, 8-

митохондрия, 9-цитоплазма, 10-липидная капля, 11-аппарат Гольджи, 12-вакуоль, 13-ядро.

Цитоплазма хлореллы, включающая в себя органеллы и ограниченная цитоплазматической мембраной, представляет собой гелеобразную субстанцию. Внутренняя мембрана клетки содержит тилакоиды, содержащие в себе органические пигменты, среди которых: хлорофилл- α , хлорофилл- β и каротиноиды [18].

Обладая полезными для человека и животных свойствами, а также содержащими в своем составе различные макро- и микроэлементы, данная микроводоросль получила широкое распространение в развитых странах и послужила заменой некоторых лекарственных препаратов и биологически активных добавок. Хлореллу используют для обогащения рационов питания, а также активно добавляют в широкий спектр продуктов. Таким образом, микроводоросль широко используется при производстве хлеба, макарон, мороженого и тд.

Данная микроводоросль используется в пищевой промышленности, медицине, косметологии, при вскармливании крупного рогатого скота, в сельском хозяйстве, при производстве биологически активных добавок, парфюмерии, при восстановлении различных видов водоемов, а также при производстве и получении биотоплива [2].

2.2 Метод определения витаминов с помощью качественных реакций

На сегодняшний день, современные методы определения витаминов в растворах, а также свойственных различным биологическим объектам можно разделить на несколько категорий: физико-химические методы определения и биологические методы определения витаминов. При этом, безусловно, единственного метода определения не существует, так как витамины по своей химической природе обладают различными биологическими свойствами, но в отличие от других биологически активных веществ, имеют особенность

оказывать влияние не на определенные органы, а на общую жизнедеятельность организма.

Современные физико-химические методы определения витаминов все больше находят распространение в практике химического анализа, в связи с наибольшей точностью и экспрессностью. При этом широкое применение получили хроматографические, оптические и электрохимические методы анализа.

В данной работе использовали колориметрический метод определения витаминов. Данный метод основан на изменении окрашивания исследуемого раствора в зависимости от применяемого реактива или среды. Таким образом, к основным достоинствам применяемого колориметрического метода можно отнести доступность и легкость средств измерения, а также высокую экспрессность. При этом данный визуальный метод определения позволяет судить не только о наличии определенных витаминов в исследуемом растворе, но и о его количественном содержании. Однако, данный метод имеет определенные недостатки. Например, данный метод не может применяться во всех случаях, так как возможны трудности с подбором и нахождением того или иного реактива [19].

2.3. Спектрофотометрический метод количественного определения белка в суспензии

Одной из специфических особенностей всех белков является их способность к узнаванию и взаимодействию. При этом различают несколько групп методов, основанных на количественном определении белков с помощью физико-химических свойств и индивидуальных биологических свойств. К первым свойственно отнести биуретовый, нефелометрический и рефрактометрический методы исследования. К методам количественного определения белков на основе биологических свойств следует отнести радиоиммунный и иммуноферментные методы определения [20].

В данной работе использовали спектрофотометрический микрометод - метод количественного определения белка с помощью биуретовой реакции. Данный метод основан на образовании комплекса пептидных связей с ионами двухвалентной меди в щелочной среде, окрашенного в фиолетовый цвет. При этом, данное комплексное соединение имеет специфичное свойство поглощать свет в области УФ излучения с длиной волны $\lambda=330$ нм [21].

5. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Хлорелла является представителем зеленых одноклеточных микроводорослей. Имея сферообразную форму, размеры микроводоросли колеблются от 2 до 10 мкм. Для продуктивного фотосинтеза микроводоросли требуется минимальное количество веществ параметров окружающей среды, среди которых: вода, свет, диоксид углерода и некоторое количество минералов.

Микроводоросль хлорелла является уникальной биологически активной добавкой, способна продуцировать большое количество биомассы, содержащая полноценное количество жизненно важных компонентов, таких как: белки, жиры, углеводы, незаменимые аминокислоты, витамины и другие ценные нутриенты.

В крупномасштабных объемах производства суспензии хлореллы используют специальные системы для выращивания - фотобиореакторы. Данные системы способны качественно отслеживать параметры, влияющие на рост и количество клеток биомассы: регулировать искусственное и естественное освещение, поток и концентрацию поступающего воздуха и состава питательных сред.

В данной работе рассматривается определение некоторых показателей культуральной жидкости хлореллы при выращивании в замкнутых условиях, с целью дальнейшей оптимизации параметров фотобиореактора, получения высоких приростов биомассы микроводоросли и большего выхода готового продукта на производстве.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

При этом, целевым рынком или определенным сегментом рынка является прежде всего группа частных или корпоративных потребителей, объединённых общими характеристиками, которые заинтересованы в приобретении данной разработки или товара. Для получения и исследования продукта, содержащего микроводоросль хлореллу - это

прежде всего пищевая промышленность, фармацевтические компании, а также сельскохозяйственная деятельность. Конкурентами данной отрасли являются небольшие фирмы, занимающиеся производством различных форм продукта для одной или нескольких обширных областей распространения данной микроводоросли. Своими главными преимуществами приведенные ниже конкуренты, отмечают высокое количество белков, жиров, углеводов, а также индивидуальность технологии производства.

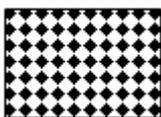
При этом, для нахождения более эффективной области сбыта научно-исследовательского проекта на рынок была проведена сегментация рынка. Для этого было выбрано несколько наиболее значимых критериев и составлена карта сегментирования. (Таблица 5.1)

Таблица 5.1-Сегментирование рынка

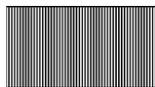
		Форма выпускаемого продукта		
Масштаб потребления		Суспензия хлореллы, содержащая самое большое количество клеток	Биологически активные добавки в виде таблеток или порошков микроводоросли	Пастообразные формы готового продукта
	Пищевая промышленность			
	Фармацевтическая промышленность			
	Сельское хозяйство			



- Фирма «Аргосервер», производящая хлореллу в форме порошков и таблеток



-Фирма ООО НПК «Дело», производящая хлореллу (в виде суспензии) для активного использования в животноводстве



-Фирма ТОВ «Хлорелла Украина» производитель пастообразных форм и суспензий

В ходе проделанной работы были выявлены основные сегменты рынка, которым будут интересны конечный продукт, среди которых пищевая сельскохозяйственная и фармацевтическая промышленность. Оценка по критерию форма выпускающего продукта указывает на то, что продукция микроводоросли хлореллы интересна во всех видах выпускаемых форм, а также широко распространена в пищевой и сельскохозяйственной промышленности.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой представлен в таблице 2. Для этого отберем две разработки суспензии хлореллы – суспензия хлореллы ООО НПК «Дело» (к1) и суспензия хлореллы ТОВ «Хлорелла Украина» (к2).

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных товаров

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки эффективности							
1. Повышение производительности труда	0.15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
2. Удобство эксплуатации	0.25	3	4	3	0,75	1	0,75
3. Энергоэкономичность	0.20	4	4	3	0,8	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							

1. Наличие сертификации разработки	0.15	0	5	0	0	0,75	0
2. Конкурентноспособность	0.15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
3. Финансирование научной разработки	0.10	4	4	3	0,4	0,4	0,3
Итого	1	19	21	19	3,15	4	2,7

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале [24], где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле (1):

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес i -го показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Итогом данного анализа является то, что были выявлены уязвимые точки в конкурентных разработках и обнаружено преимущество в настоящем исследовании. Главным недостатком конкурентной продукции является стоимость, которая обусловлена низкой производительностью. Достоинством наших разработок является увеличение производительности, из чего будет формироваться более низкая себестоимость продукта.

5.3 SWOT-анализ

Целью SWOT-анализа заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 5.3- Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии;</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая цена в отличие от некоторых конкурентов; Сл2. Сложность в</p>
--	--	--

	<p>C2. Специально подобранные параметры для быстрого роста биомассы хлореллы</p> <p>C3. Экологичность;</p> <p>C4. Полная автоматизация;</p>	<p>разработке установки.</p> <p>Сл3. Отсутствие рекомендации и литературы для подбора параметров оптимального культивирования.</p> <p>Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Привлечение специалистов разного профиля для разработки установки;</p> <p>V2. Отказ от антибиотиков сельских хозяйств, использующих данную установку, следовательно, экономия бюджета.</p> <p>V3. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>V4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>С и В:</p> <p>1. При привлечении специалистов разного профиля к работе над установкой можно проработать разносторонние аспекты параметров фотобиореактора: инженеры-светотехники занимаются подбором наиболее эффективного для роста хлореллы спектра;</p> <p>2. Инженеры – электрики занимаются разработкой автоматизации системы. За счет использования автоматизации системы и светодиодных источников света сократятся затраты на электроэнергию.</p> <p>3. Использование хлореллы в корм животным позволяет отказаться от применения антибиотиков чаще одного раза в год.</p>	<p>СЛ и В:</p> <p>1. Помощь специалистов ТПУ в совершенствовании продукта</p> <p>2. За счет того, что в данной установке больше новшеств и датчиков контроля показателей, установка может стоить дороже некоторых установок конкурентов. Но за счет энергосбережения фотобиореактор в скором времени окупает себя.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие финансирования проекта;</p> <p>У2. Отсутствие тенденции развития данной установки;</p> <p>У3. Нехватка специалистов для разработки данного фотобиореактора.</p> <p>У4. Большой срок поставок материалов, используемых в проводимом исследовании.</p>	<p>С и У:</p> <p>1. При отсутствии финансирования данного проекта есть возможность покупать реагенты, среды и детали за свой счет или принимать стороннюю помощь (кредитные организации) в получении деталей для установки.</p> <p>2. Сравнивая установку с</p>	<p>Сл и У:</p> <p>1. При оптимизации условий культивирования в фотобиореакторе все еще возникает нужда в сторонних специалистах разных профилей и направлений, из – за этого возникает сложность в разработке установки и сроках окончания готового продукта с высоким выходом.</p>

	конкурентными, учитывая все ее новшества, развития установка получит довольно быстрое. Мы рассчитываем на высокую окупаемость проекта в случае его успешного завершения.	Для привлечения специалистов будет предложено привлекательное вознаграждение, которое будет привлечено в случае отсутствия финансирования со стороны банка, инвесторов, заинтересованных в реализации проекта.
--	---	--

В ходе проделанного SWOT-анализа, можно сделать вывод о том, что несмотря на имеющиеся слабые стороны и угрозы проекта, сильные стороны и возможности перекрывают имеющиеся недостатки данной научно-исследовательской разработки. При этом, также существует возможность коммерциализации проекта на международный уровень.

Второй этап анализа SWOT - это строительство матрицы для выявления соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды, чтобы помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Каждый фактор из таблицы SWOT помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-» [24,25]. Матрица представлена таблицей 5.4.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	0	-
	B3	0	+	0	-
	B4	+	0	+	-

В ходе проведенного анализа интерактивной матрицы проекта можно выделить

следующие записи взаимосвязанных сильных сторон и возможностей характеризующие определенные направления:

V1C1C2C3C4 -направление исследовательской деятельности, главным преимуществом которого является привлечение специалистов разного профиля для разработки и оптимизации установки, а также заявленная экономичность данной технологии.

V1B2C1C2- направление исследовательской деятельности, главным преимуществом которого является экономия бюджета в сельскохозяйственной области, отказ от дорогостоящих антибиотиков и других добавок.

На третьем этапе SWOT-анализа на пересечении составляющих таблицы записываются решения (для минимизации угроз и возможного устранения слабых сторон) и результаты их взаимодействия (для ещё более эффективного внедрения сильных сторон и полной реализации возможностей [24,25]). Все результаты записаны в исходной таблице 3.

В ходе проделанной работы следует отметить, что при дальнейшем успехе данной научно-исследовательской деятельности, возможна дальнейшая оптимизация условий культивирования водоросли хлореллы, что в дальнейшем поможет удешевить производство и увеличить выход биомассы готового продукта.

5.4 Определение возможных альтернатив проведения научного исследования

На начальном этапе выполнения научно-исследовательских работ для правильного определения возможных альтернатив проведения необходимо использование морфологического подхода. Данный подход основан на определенном исследовании возможных альтернатив проведения проекта, вытекающих из закономерностей планирующейся работы. Поэтому, в рамках бакалаврской работы при использовании морфологического подхода необходимо предложить *не менее трех вариантов* решения технической задачи, поставленной в работе, которые будут использоваться в дальнейших расчетах.

Основной целью данной работы является определения некоторых показателей культуральной жидкости хлореллы с дальнейшей оптимизацией параметров фотобиореактора и подбора питательных сред. Следовательно, в качестве альтернатив проведения научного исследования рассматриваются методики, сопровождающиеся подбором и анализом способа выращивания клеточной биомассы. Морфологическая матрица вариантов исполнения представлена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Морфологическая матрица для методики культивирования биомассы хлореллы

	Исполнение 1– Метод выращивания в открытых прудах	Исполнение 2– Метод выращивания в фотобиореакторе с искусственным типом освещения	Исполнение 3– Метод выращивания в фотобиореакторе с естественным типом освещения
А. Питательная среда	Не требуется	Минеральная среда Тамия следующего состава (г/л): KNO_3 – 5.0; $\text{MgSO}_4+7\text{H}_2\text{O}$ – 2,5; KHPO_4 -1,25	Минеральная среда Тамия следующего состава (г/л): KNO_3 – 5.0; $\text{MgSO}_4+7\text{H}_2\text{O}$ – 2,5; KHPO_4 -1,25
Б. Фотобиореактор	Не требуется	Фотобиореактор с необходимым подбором искусственного освещения и его длины волны, с целью большего выхода биомассы	Фотобиореактор с искусственным освещением, требующий определение и оптимизацию таких параметров, как барботаж, взаимодействие с кислородом, а также подбор различных сред

В. Спектрофотоме тр для анализа проведенного культивирования	Спектрофотоме тр Specord 250 PLUS	Спектрофотоме тр Specord 250 PLUS	Спектрофотоме тр Specord 250 PLUS
--	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

В ходе анализа данного раздела необходимо отметить наиболее интересные и возможные альтернативы данного научного исследования, среди которых: А1Б1В1, А2Б2В2.

5.5 Планирование научно-исследовательской работы

Комплекс запланированных предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построить график проведения мероприятий учебно-исследовательской деятельности.

5.5.1 Структура работ в рамках исследования

С целью правильного распределения и координации работ в рамках научно-исследовательского проекта важно своевременно сформировать рабочую группу проекта. В рабочую группу данного проекта входят: инженер (студент) Ахметшина А.А., консультанты по части социальной ответственности и финансового менеджмента, а также руководитель доцент НОЦ им.Кижнера Чубик М.В. Основные этапы работ и их координация приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
	.		

Разработка технического задания	1	Составление и утверждения задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Обзор материалов по теме “Определение некоторых показателей культуральной жидкости хлореллы при выращивании в замкнутых условиях”	Инженер
	3	Выбор направления, определение его целей и задач	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ в рамках исследования	Руководитель, инженер
Теоретические исследования	5	Поиск и изучение литературных источников	Инженер
	6	Поиск методик проведения экспериментов и сопоставление их с планом	Инженер
Проведение экспериментов	7	Подготовка к эксперименту, подготовка реактивов, контроль спектров излучения и определение белков, витаминов в суспензии	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Учёт результатов в журнале наблюдений	Инженер
	9	Оценка влияния различных параметров фотобиореактора и состава сред на прирост биомассы в суспензии хлореллы	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Проведение необходимых расчётов	Инженер, доцент ОСГН Спицына Л.Ю.
	11	Оценка эффективности исследования	Инженер
Оформление раздела «Социальная ответственность»	12	Изучение нормативной документации, касающейся безопасности исследования	Инженер, ассистент ООД Черемискина М.С.
	13	Оформление работы	Инженер

Составление отчёта и защита	14	Составление презентации и защита работы	Инженер
-----------------------------	----	---	---------

5.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ и составление календарного плана-графика

Определение трудоемкости работ каждого участника научно-исследовательского проекта является важным моментом и играет ключевую роль в определении основной части стоимости исследования. При этом, трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. [24,26]

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется формула (2):

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

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

t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями формула (3):

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

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

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

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

Диаграмма Ганта - календарный график-план, представляющий собой отмеченные временные отрезки, разбитые по работам и помеченные определенными штриховыми линиями. Они характеризуются датами выполнения

и окончания данных работ. Диаграмма Ганта строится с разбивкой по месяцам и декадам за период времени выполнения научного проекта [3,4].

Для правильного построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой (4):

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по формуле (5):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_k}{(T_k - T_{\text{выходные}} - T_{\text{праздники}})} \quad (5)$$

где T_k – количество дней в году;

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

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

Расчет коэффициента календарности для шестидневной рабочей недели:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 1,28$$

Рассчитанные по формуле (4) в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Таблица 5.7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_p	Длительность работ в календарных днях, T_k
	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ожид}}$			
1. Составление и утверждения задания	2,8	4	2	Руководитель	2	3

2. Обзор материалов по теме	4	8	5,6	Инженер	5,6	7
3. Выбор направления, определение его целей и задач	2	4	2,8	Руководитель, инженер	1,4	2
4. Календарное планирование работ в рамках исследования	1	2	1,4	Руководитель, инженер	0,7	1
5. Поиск и изучение литературных источников	9	18	12,6	Руководитель, инженер	6,3	8
6. Поиск методик проведения экспериментов и сопоставление их с планом	8	18	12	Руководитель, инженер	6	8
7. Проведение экспериментов	20	35	26	Инженер	26	33
8. Учёт результатов в журнале наблюдений	4	16	8,8	Инженер	8,8	11
9. Оценка влияния различных параметров фотобиореактора и состава сред на прирост биомассы в суспензии хлореллы	7	14	9,8	Руководитель, инженер	4,9	6
10. Проведение необходимых расчётов	6	8	6,8	Инженер	6,8	9
11. Оценка эффективности исследования	7	14	9,8	Инженер, доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	4,9	6

12. Изучение нормативной документации, касающейся безопасности исследования	7	14	9,8	Инженер, ассистент ООД Черемискина М.С.	4,9	6
13. Оформление работы	7	10	4,8	Руководитель, инженер	2,4	3
14. Составление презентации и защита работы	1	3	1,8	Инженер	1,8	2

Итого	Инженер	82,5	105
	Руководитель	23,7	31
	доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	4,9	6
	ассистент ООД Черемискина М.С.	4,9	6

Таблица 5.8. - Календарный план - график проведение НИР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ											
			февраль			март			апрель			май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление и утверждение задания	Руководитель	3	■											
Обзор материалов по теме	Инженер	7	■											
Выбор направления, определение его целей и задач	Руководитель, Инженер	2 2		▨										
Календарное планирование работ в рамках исследования	Руководитель, Инженер	1 1		▨										

ассистент ООД Черемискина М.С. - .

5.6. Бюджет научного исследования

Целью данного раздела является полноценное определение и отражение всех видов расходов, связанных с выполнением научно-исследовательских работ. При полном формировании бюджета, будущие планируемые затраты группируются по статьям, а после подсчета проекта будущего научно-исследовательского проекта по статьям затраты сводятся в таблицу.

5.6.1. Расчет материальных затрат ВКР

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующих изделий. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода. При этом, расчет данных материальных затрат проводился по следующим действующим прейскурантам.

Результаты по данной статье заносятся в таблицу 5.9:

Таблица 5.9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование затрат	Единица измерения	Расход	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Цитрат натрия	Уп.	1	572	572
Карбонат натрия	Уп.	1	130	130
Сульфат меди	Уп.	1	142	142
Сывороточный альбумин	Уп.	3	3900	11700
10% раствор гидроксида натрия	л	1	690	690
Сульфаниловая кислота	Уп.	1	340	340
Нитрит натрия	Уп.	1	75	75
Соляная кислота	л	1	81	81
Цинк металлический	Уп.	1	45	45
Уксусная кислота	Уп.	1	63	63
Ацетат меди	Уп.	1	2100	2100
Борная кислота	Уп.	1	90	90
Трихлорид железа	Уп.	1	3	3
Раствор Люголя	Уп.	1	30	30
Спирт этиловый	л	1	165	165
Пробирки стерильная полипропилен 10 МЛ, 100 шт.	уп.	1	1 800	1 800

Наконечники дозатора на 1000 мкл, 500шт.	уп.	1	508	508
Перчатки латексные 25пар/упак L	уп.	1	445	445
Фильтры бумажные, диаметр 90 мм, набор 100 шт	уп.	1	153	153
Пинцет	шт.	1	189	189
Спиртовка	шт.	1	150	150
Вата медицинская Матопат 100г	г	100	49	49
Итого				19520
Накладные расходы (3%)				585,6
Материальные затраты				20105,6

Статья "Затраты на оборудование" сводится к выполнению расчетов величин амортизационных отчислений, так как все оборудование приобретено до начала выполнения соответствующих экспериментов, если его стоимость больше 40 000 рублей, если меньше, то учитывается по полной стоимости [24] (Таблица 5.9.1).

Амортизационные отчисления (АО) в рублях за период работы оборудования рассчитываются по формуле (6):

$$AO = \frac{C_{пр} \cdot T}{N \cdot 365}, \quad (6)$$

где $C_{пр}$ - первоначальная стоимость оборудования, руб.;

T - количество дней использования оборудования;

N - срок службы оборудования в годах;

Таблица 5.9.1 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№	Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Время использования, дни	Срок службы, в годах	Сумма АО, руб.
1	Ламинарный бокс II класса биологической безопасности EscoStreamline SC2-4A1	331 594	18	8	2044,1
2	Паровый автоклав (стерилизатор) Tuttnauer 2340 МК	242 111	18	5	2387,9

3	Спектрофотометр Specord 250 PLUS	900000	20	8	6164,4
4	Холодильник лабораторный LiebherrMEDline	41 019	20	5	449,52
5	Электроплитка WiseTerm	8 900	–	3	–
6	Весы лабораторные KERN 440-33N	20 000	–	3	–
7	Дозатор ThermoScientific	4 427	–	1	–
Итого расходы на оборудование, в рублях					41 985,02

Таблица 5.9.2– Затраты на лицензионное программное обеспечение

№	Название	Кол-во	Срок пользования	Стоимость подписки
1	Microsoft Office	1	9 мес.	515,6 руб/мес.
2	ПО WinASPECT	1	1 год	45 520 руб/год
Итого:				45906,8 руб.

5.6.2 Расчёт заработной платы

Данная статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [24] формула (7):

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле (8):

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн}, \quad (8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (см. таблицу 10);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (9):

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 рабочих дня $M=11$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 рабочих дней $M=10$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, в рабочих днях (см.таблицу 5.9.3)

Таблица 5.9.3–Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер	Доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	Ассистент ООД Черемискина М.С.
Календарное число дней(T_k)	365	365	365	365
Количество нерабочих дней				
- выходные дни($T_{вых}$)	44	48	44	44
- праздничные дни($T_{пр}$)	14	14	14	14
Потери рабочего времени				
- отпуск	56	28	56	56
- невыходы по болезни	1	0	1	1
Действительный годовой фонд рабочего времени (F_d)	250	275	250	250

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле (10):

$$Z_M = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} \cdot k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

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

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

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

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.9.4.

Таблица 5.9.4–Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	k_p	$k_{пр}$	k_d	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	35 120	1,3	0,3	0,2	48395,4	1935,8	23,7	45878,5
Инженер	12 130	1,3	0,3	0,2	16715,1	668,6	82,5	55159,5
доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	35 120	1,3	0,3	0,2	48395,4	1935,8	4,9	9485,5
ассистент ООД Черемискина М.С.	27 770	1,3	0,3	0,2	38267,1	1530,7	4,9	7500,3

В статью дополнительной заработной платы включена сумма выплат, предусмотренных Трудовым кодексом РФ: доплаты за отклонение от нормальных условий труда, а также выплаты, связанные с обеспечением гарантий и компенсаций (например, при предоставлении оплачиваемого отпуска) [2].

Расчёт дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле (11):

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (11)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12);

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

В таблице 5.9.5 приведён расчёт суммы затрат по статье заработной платы.

Таблица 5.9.5–Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата ($C_{зп}$)	Руководитель	Инженер	доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	ассистент ООД Черемискина М.С.

Основная зарплата ($Z_{\text{осн}}$)	45878,5	55159,5	9485,5	7500,3
Дополнительная зарплата ($Z_{\text{доп}}$)	5505,42	6619,14	1138,3	900,0
$C_{\text{зп}}$	51383,92	61778,9	10623,7	8400,4
Итого по статье «Основная заработная плата работников»				132186,9 (руб.)

5.6.3 Расчёт страховых отчислений

Данная статья включает в себя сумму средств, отчисляемых во внебюджетные фонды (формула 12):

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) При этом известно, что размер страховых взносов на 2021 год равен 30%, в который входят отчисления в Пенсионный фонд, Фонд социального страхования, в Фонд медицинского страхования [28]. Сумма отчислений во внебюджетные фонды отражены в таблице 5.9.6:

Таблица 5.9.6–Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Инженер	доцент ОСГН Спицына Л.Ю.	ассистент Черемискина М.С.	ООД
$C_{\text{зп}}$	51383,92	61778,9	10623,7	8400,4	
$C_{\text{внеб}}$	15414,9	18533,7	3187,1	2520,1	
Итого на социальные нужды					39655,77 (руб.)

5.6.4 Расчёт накладных расходов

В данную статью входят прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов [24]: печать и ксерокопирование графических материалов, оплата услуг связи, электроэнергия, транспортные расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле (13):

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4), \quad (13)$$

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

5.6.5 Формирование бюджета исследовательской работы

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составлен бюджет ВКР «Определение некоторых показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях» и внесен в таблицу (Таблица 5.9.7):

Таблица 5.9.7 – Бюджет исследовательской работы

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	20105,6	Пункт 4.3.1
2. Затраты на оборудование	87891,82	
3. Заработная плата	132186,9	Пункт 4.3.2
4. Страховые отчисления	39655,8	Пункт 4.3.3
5. Накладные расходы	44774,3	Пункт 4.3.4
Итого	324613,6	

5.6.6 Оценка эффективности исследовательской работы

Эффективность научно-исследовательской работы определяется исходя из расчёта интегрального показателя эффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. [1,6]

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле (14):

$$I_{\text{ф}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{мак}}}, \quad (14)$$

где $I_{\text{ф}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки ($I_{\text{ф}}^{\text{р}}$ – интегральный показатель данной работы, $I_{\text{ф}}^{\text{а}}$ – интегральный показатель аналогов)

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

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

Стоимость аналога 1 ("Оптические методы контроля процессов культивирования микроводоросли Хлореллы") составляет **821997,48** рублей за 126 дней (на основании бюджета этапа лабораторных исследований) [30]. В пересчёте этой суммы на 144 дня (количество календарных дней исследовательской работы) затраты на разработку аналога 1 равны **939425,691** рублей.

Стоимость аналога 2 (проект "культиватор для выращивания хлореллы в искусственных условиях") составляет 952 450 рублей за 274 дня (на основании бюджета этапа лабораторных исследований) [31]. В пересчёте этой суммы на 144 дня (количество календарных дней исследовательской работы) затраты на разработку аналога 2 равны **500557,6** рублей.

$$I_{\phi}^p = \frac{324613,6}{939426} = 0,35$$

$$I_{\phi}^{a1} = \frac{939426}{939426} = 1$$

$$I_{\phi}^{a2} = \frac{500558}{939426} = 0,532$$

Рассмотрев и оценив интегральные показатели двух вариантов аналогов научно-исследовательских проектов, можно сделать вывод о том, что данный текущий проект является более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (15):

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по 5 бальной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности вычисляется на основании в таблицы 5.9.8:

Таблица 5.9.8 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО \ Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Энергоэкономичность	0,20	4	5	3
2. Удобство эксплуатации	0,25	5	3	4
3. Конкурентоспособность	0,15	4	4	4
4. Биодоступность	0,25	5	5	4
5. Повышение производительности труда	0,15	4	4	3
ИТОГО	1,00	22	21	18

$$I_p = 4 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 5,1$$

$$I_{a1} = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,2$$

$$I_{a2} = 3 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,65$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле (16):

$$I_{исп.i} = \frac{I_p i}{I_{\phi}}, \quad (16)$$

$$I_{\text{исп.р.}} = \frac{5,1}{0,35} = 14,6$$

$$I_{\text{исп.а1}} = \frac{4,2}{1} = 4,2$$

$$I_{\text{исп.а2}} = \frac{3,65}{0,532} = 6,86$$

Сравнение интегрального показателя эффективности разработок позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле (17):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.р.}}}{I_{\text{исп.а}}}, \quad (17)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{исп.р.}}$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{исп. а}}$ – интегральный показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{14,6}{4,2} = 3,5$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{14,6}{6,86} = 2,12$$

Результаты расчётов представлены в таблице 5.9.9

Таблица 5.9.9 – Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

№	Показатели	Аналоги		Разработка
		1	2	
1)	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,532	0,35
2)	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	3,65	5,1
3)	Интегральный показатель эффективности	4,2	6,86	14,6
4)	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	3,5	2,12	

На основании вышеизложенных расчетов текущей разработки в сравнении с аналогами можно сделать вывод, что проект является перспективным.

Выводы по разделу

В ходе проработки и анализа данного раздела выпускной квалификационной работы, можно сделать определенные выводы о целесообразности реализации данного проекта с финансовой точки зрения.

В данной главе была оценена исследовательская работа по определению некоторых показателей культуральной жидкости при выращивании хлореллы в замкнутых условиях. Произведено планирование работ, был просчитан бюджет исследования, оценена эффективность и целесообразность разработки. Данный проект, исходя из результатов проведенного анализа конкурентных технических решений, является конкурентоспособным. Его отличительными чертами являются простота реализации, а также высокая биодоступность и экологичность.