

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Изучение влияния электромагнитного пучка на поражение семян пшеницы плесневыми грибами

УДК: 537.531:632.4:633.11

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чубик М.В.	к.м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		03.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	к.т.н., доцент		02.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Лесина Ю.А.	к.х.н., доцент		10.06.2020

Планируемые результаты обучения
по ООП 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)
профиль «Биотехнология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
P2	Готовность к кооперации с коллегами для выполнения научно-исследовательских и научно-производственных работ, в том числе интернациональных; способность проявлять инициативу, личную ответственность; быть коммуникабельным.
P3	Демонстрировать понимание вопросов устойчивого развития современной цивилизации, безопасности и здравоохранения, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и социальную среду
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P4	Способность к овладению базовыми знаниями в области базовых естественных и технических наук, применение их в различных видах профессиональной деятельности
P5	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, быть готовым к использованию в профессиональной деятельности информационных и коммуникативных технологий
P6	Быть способным к планированию, проведению теоретических и экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и представлению их в форме, адекватной задаче
P7	Быть способным к организационно-управленческой и инновационной деятельности в биофармацевтической области, демонстрировать знания для решения проблем устойчивого развития

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Лесина Ю.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4Д61	Салиевой Камилле Рахмановне

Тема работы:

Изучение влияния электромагнитного пучка на поражение семян пшеницы плесневыми грибами	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.03.2020 г. № 62-57/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 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 являются плесневые грибы рода <i>Aspergillus</i> и рода <i>Penicillium</i>, а также семена яровой пшеницы сорта Ирень (урожай 2016 года).</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 • Выводы
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>нет</p>
---	------------

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(если необходимо, с указанием разделов)</i></p>

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кацук И.В., доцент отдела социально-гуманитарных наук, к.т.н.
Социальная ответственность	Черемискина М.С., ассистент отделения общетехнических дисциплин

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>11.04.2020 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Чубик М.В.	к.м.н., доцент		11.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна		11.04.2020

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	НОЦ Н.М.Кижнера
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	Стоимость сырья, материалов, комплектующих изделий и покупных полуфабрикатов, спецоборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости ИП по разработке стенда
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна

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

Тема ВКР:

Изучение влияния импульсного облучения электромагнитным пучком на поражение семян пшеницы плесневыми грибами

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования являются зараженные семена на основе которых изучаем влияние на жизнедеятельность плесневых грибов ионизирующего излучения.</p> <p>Рабочая зона – лаборатория Биотехнологии НОЦ Н.М. Кижнера (ИШ НПТ ТПУ) совместно с Научно-производственной лабораторией "Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий" ТПУ</p> <p>Область применения - сельскохозяйственная промышленность РФ, крупные сельскохозяйственные производства</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <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. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 16.12.2019)</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ – Рабочее место при выполнении работы стоя. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов и обоснование мероприятий по снижению воздействия</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1. Химические вредные факторы</p> <p>2. Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток естественного света;</p> <p>4. Отклонение показателей микроклимата</p> <p>5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Электронный ускоритель АСТРА-М в</p>

	<p>ходе своей работы не образует никаких отходов. Все отходы, появившиеся в ходе данной работы, обусловлены последующей обработкой результатов в микробиологической лаборатории.</p> <p>Анализ воздействия объекта на атмосферу: Имеются малые выбросы в атмосферу. Предпринимаются действия, предложенные в СанПиН 2.1.7.1322-03[14]</p> <p>Анализ воздействия объекта на гидросферу: Имеются малые сбросы в гидросферу. Предпринимаются действия, предложенные в ГОСТ 17.1.3.13-86 [15]</p> <p>Анализ воздействия объекта на литосферу: Имеются малые сбросы в литосферу. Предпринимаются действия, предложенные в ГОСТ 17.4.3.04-85 [16]</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>К наиболее вероятным чрезвычайным ситуациям на рабочем месте относится пожар и взрыв в результате работы с легко воспламеняющимися жидкостями.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Д61	Салиева Камилла Рахмановна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 8 рис., 6 фото, 28 табл., 32 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: Наносекундный электронный пучок (НЭП), ионизирующее излучение, ускоритель частиц, *Aspergillus*, *Aspergillus flavus*.

Объектом исследования являются плесневые грибы рода *Aspergillus*, выделенные из зараженных семян, а также семена яровой пшеницы сорта «Ирень» (урожай 2016 года).

Цель работы – определить противоплесневый эффект облучения импульсным электронным пучком.

В процессе исследования определяли условия противоплесневого эффекта аппарата «Астра – М» в отношении чистых культур плесневых грибов рода *Aspergillus*. В результате исследования установили, что поглощённая доза 1000 Грей при обработке импульсным электронным пучком на аппарате «Астра М» не является достаточной для гибели чистых культур плесневых грибов рода *Aspergillus*.

Область применения: сельскохозяйственная промышленность РФ, производства импульсных электронных установок.

По результатам проведенного исследования планируются дальнейшие эксперименты по установлению параметров противоплесневого эффекта аппарата «АСТРА – М» и по определению минимальной дозы, приводящей к гибели культуры плесневых грибов рода *Aspergillus*. Так же планируются эксперименты по количественному определению микотоксинов до и после облучения импульсным электронным пучком.

Оглавление

Введение.....	12
1 Обзор литературы	14
1.1 Ионизирующее излучение.....	14
1.2 Ускоритель частиц	15
1.3 Практическое применение электронных ускорителей.....	16
1.4 Действие ионизирующего излучения	18
1.5 Электронный ускоритель «АСТРА-М».....	19
1.6 Заболевания пшеницы	21
1.7 Микотоксины.....	22
1.8 Влияние облучения электронным пучком на уровень содержания дезоксиниваленола в барде, центрифугате барды и в промежуточных продуктах производства	23
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Объект исследования	27
2.2 Материалы и методы исследования	28
3 Экспериментальная часть.....	32
3.1 Выделение плесневых грибов из зараженных зерен.....	32
3.2 Подготовка образцов для облучения	33
3.3 Облучение импульсным электронным пучком.....	35
4 Результаты проведенного исследования	36
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 38	
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	38

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	38
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	39
5.2 SWOT-анализ.....	41
5.3 Планирование научного исследования.....	43
5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	43
5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	44
5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	45
5.4 Бюджет научного исследования.....	48
5.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	49
5.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научного исследования	49
5.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	51
5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	53
5.4.5 Накладные расходы	54
5.5 Определение ресурсной эффективности исследования.....	55
6 Социальная ответственность	59
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности работы.....	59
6.2 Профессиональная социальная безопасность	62
6.2.1 Химические вредные вещества	63
6.2.2 Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне...	64
6.2.3 Отсутствие или недостаток естественного света	66
6.2.4 Отклонение показателей микроклимата.....	66

6.2.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	67
6.3 Экологическая безопасность.....	68
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
Выводы	70
Список использованных источников	73
Приложение А	77

Введение

Сельскохозяйственные предприятия при закладке зерна на хранение проводят предпосевную обработку с целью улучшения качества и повышения урожайности. В настоящее время одним из мероприятий по защите растений от болезней и вредителей является обработка семян агрохимикатами. Однако фунгициды обладают фитотоксичностью, имеют длительный период разложения веществ в почве, могут быть токсичны для насекомых, животных и человека.

Предпосевная обработка зерна импульсным электронным пучком является потенциальной альтернативой агрохимикатам. Данный метод противогрибкового обеззараживания семян является наиболее экологически безопасным и не наносит вред окружающей среде.

Предполагаемый механизм губительного действия импульсного облучения электронным пучком заключается в образовании ионов и радикалов, которые при взаимодействии друг с другом и с окружающими молекулами способны формировать структурные повреждения, инактивируя ферменты и нуклеиновые кислоты, которые необходимы для поддержания жизнедеятельности организма.

Работа проводилась в лаборатории Биотехнологии НОЦ Н.М. Кижнера (ИШНПТ ТПУ) совместно с Научно-производственной лабораторией "Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий" ТПУ, заведующий д.т.н., профессор Ремнев Г.Е.

Цель работы: определить противогрибковый эффект облучения импульсным электронным пучком.

Задачи:

1. Ознакомиться с современными источниками литературы по исследуемым вопросам;
2. Определить параметры эксплуатации аппарата «Астра – М» для достижения противогрибкового эффекта в отношении чистых культур плесневых грибов рода *Aspergillus*;

3. Охарактеризовать предполагаемый механизм противоплесневого действия облучения импульсным электронным пучком;

4. Проверить соответствие проведенной работы условиям ресурсоэффективности и безопасности.

1 Обзор литературы

1.1 Ионизирующее излучение

Излучение это процесс переноса энергии в пространстве и веществе. Ионизирующее излучение представляет собой излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов разных знаков. Рентгеновское и гамма-излучения относятся к ионизирующим электромагнитным излучениям, а более длинноволновые: ультрафиолетовое, видимый свет, инфракрасное, микроволновое, радиочастотное и низкочастотные излучения - к неионизирующим.

Излучения, которые представляют собой потоки частиц (электроны, позитроны, протоны, дейтроны, альфа-частицы, нейтроны, мезоны и др.) являются корпускулярными. Эти виды излучения при действии на молекулы способны вызывать прямую или косвенную ионизацию и образование активных радикалов, которые инициируют окислительные свободнорадикальные процессы в клетках [1].

В зависимости от характера взаимодействия с веществом выделяют два типа ионизирующего излучения:

- Непосредственно ионизирующее излучение представляет собой корпускулярное излучение, которое состоит из заряженных частиц (электронов, протонов, альфа-частиц и др.), которые имеют кинетическую энергию достаточную для ионизации атомов при столкновении.
- Косвенно ионизирующее излучение представляет собой корпускулярное излучение, которое состоит из незаряженных частиц (нейтроны, фотоны). Ионизация вещества осуществляется путем относительно редких взаимодействий с атомами, в результате которых образуются вторичные заряженные частицы [2].

Рентгеновское излучение представляет собой высокоэнергетическое коротковолновое электромагнитное излучение, генерируемое при

высокоэнергетических переходах в электронных оболочках атомов и при торможении ускоренных электронов в кулоновском поле ядер атомов мишени.

Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны менее 0,1 нанометра, которое возникает при аннигиляции пар частиц, изменении энергетического состояния атомного ядра, при распаде элементарных частиц и характеризуемое дискретным спектром, а так же при торможении ускоренных электронов в кулоновском поле ядер атомов характеризуемое сплошным спектром. Во многих исследованиях в качестве источника гамма-излучения используют радиоактивный изотоп кобальта: гамма-кванты генерируются в процессе радиоактивного распада ^{60}Co с превращением в ^{60}Ni .

Для определения количества энергии ионизирующего излучения, поглощенного облучаемым веществом используется физическая величина - поглощенная доза, измеряемая в Грех (1Гр=1Дж/1кг). Количественной оценкой поглощенной энергии ионизирующих излучений занимается дозиметрия ионизирующих излучений. Измерение доз ионизирующих излучений осуществляется с помощью различных физических и химических методов: химического, люминисцентного, ионизационного, калориметрического, сцинтилляционного, твердотельного и трекового [3].

1.2 Ускоритель частиц

Устройства, в которых под действием электрических и магнитных полей генерируются и управляются пучки высокоэнергетических заряженных частиц (электронов, протонов, мезонов и т.д.) называются ускорителями заряженных частиц. К основным характеристикам ускорителей относятся тип ускоряемых частиц, интенсивность пучка и разброс частиц по энергии.

Современные ускорители конструктивно можно разделить на два основных класса: циклические и линейные ускорители. В линейных ускорителях пучок заряженных частиц однократно пролетает ускоряющую структуру и выводится из ускорителя, в циклических – пучок движется по

замкнутой траектории в течении более длительного времени относительно периода обращения [4].

Работа ускорителя заключается в ускорении заряженной частицы до определенной энергии и доведения ее до мишени. Потому к функциям ускорителя относится получение частицы, а затем ее удержание, сообщение энергии и вывод на мишень с использованием комбинации магнитных и электрических полей со строго заданной конфигурацией и зависимостью от времени в течение цикла ускорителя [5].

Ускорители, генерирующие равномерный во времени пучок являются непрерывными, при ускорении частиц порциями (импульсами) ускорители называются импульсными.

1.3 Практическое применение электронных ускорителей

С целью проведения фундаментальных исследований в области ядерной и атомной физики в конце первой четверти XIX века были разработаны первые ускорители заряженных частиц. В настоящее время радиационные технологии применимы практически во всех областях развития и сферах существования человека. Наибольшее распространение получили ускорители электронов, способные генерировать пучки тормозного гамма-излучения и электронные пучки. Электронные ускорители имеют широкий спектр применения в промышленности, что объясняется высокой производительностью установок, соответствие экологическим нормам, низкими эксплуатационными расходами и экономией сырья и материалов.

Изменение физических свойств материала в результате облучения используется в радиационно-физических технологиях. Данные технологии включают легирование полупроводников, модификацию полупроводниковых материалов и изделий, изменение цвета кристаллических и стеклянных изделий, наработку радиоактивных изотопов.

В радиационно-химических технологиях обработку ионизирующим излучением используют для модифицирования полимерных материалов с

целью изменения их свойств, деструкции полимерных материалов, полимеризации мономеров: отверждение покрытий и прививочная полимеризацию, а так же для преобразования целлюлозосодержащих отходов в корма и кормовые добавки [6].

Способность ионизирующего излучения к разложению органических соединений используется для охраны окружающей среды: очистки природных и сточных вод, очистки выбросных газов от вредных примесей, обеззараживания твердых отходов и регенерации активированного угля после сорбции.

К радиационно-биологическим технологиям относится радиационная стерилизация медицинских изделий и радиационная обработка пищевых продуктов. В пищевой промышленности радиационная обработка используется более 70 лет. Полезное действие ионизирующего излучения заключается в замедлении прорастания лука и картофеля при хранении, дезинсекция зерна и фруктов и стерилизация мясных продуктов для дальнейшего хранения в замороженном и незамороженном виде. В медицине стерилизации ионизирующим излучением подвергаются фармацевтические препараты, медицинских изделий одноразового пользования, а так же органы и ткани в имплантационной хирургии.

Одно из наиболее стремительно развивающихся направлений использования ускорителей заряженных частиц является ядерная медицина, применяющая ионизирующее излучение для диагностики и терапии в онкологии, кардиологии, а также в нефрологии, урологии, пульмонологии и др. В лучевой терапии биологическое действие ионизирующего излучения используется при лечении злокачественных новообразований, неопухолевых заболеваний, а также в интраоперационной радиотерапии [7].

В последние годы для обеспечения безопасности в аэропортах, пограничных пропускных пунктах, морских и сухопутных портах стали использоваться таможенные инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК), базирующиеся на электронных ускорителях. Данные комплексы

осуществляют сканирование перевозимых грузов с помощью высокоэнергетического тормозного гамма-излучения и гамма-излучения радиоактивных изотопов кобальта или цезия. ИДК, основанные на электронных ускорителях, позволяют осуществлять таможенный контроль перевозимых грузов с возможностью распознать неоднородность плотности содержимого и контролируемый объект с точностью до 1 мм.

В радиационной дефектоскопии для обнаружения и идентификации скрытых дефектов - неоднородностей материала (пустот, трещин) используются электронные ускорители, которые просвечивают изделие рентгеновским или гамма-излучением. Данный метод позволяет производить неразрушающий контроль крупногабаритных изделий в нефтегазовой, судостроительной, атомной и химической областях. Преимуществом радиационного метода является возможность автоматизации процесса контроля и осуществление автоматической обратной связи контроля и процесса изготовления изделия [6].

1.4 Действие ионизирующего излучения

Ионизирующее излучение способно вызвать изменение любой молекулы и любой биологической системы из-за отсутствия избирательного действия и высокой дискретно поглощаемой энергии в клетке. В результате воздействия ионизирующей радиации на макромолекулы происходит их инактивация в результате полной или частичной утраты биологических функций. Прямое действие радиации заключается в поглощении энергии излучения молекулой и ее дальнейшая инактивация. При косвенном или непрямом действии излучения происходит поражение молекулы активными реакционноспособными продуктами, которые возникают за счет поглощения энергии излучения ее микроокружением, в т.ч. растворителем.

При прямом действии радиации веществу сообщается энергия, в результате чего возникают возбужденные и ионизированные молекулы, неравномерно распределенные в объеме вещества. При различных типах

реакций происходит перераспределение избыточной энергии между возбужденными молекулами, что приводит к образованию ионов и радикалов. Образованные активные продукты при взаимодействии друг с другом и с окружающими молекулами формируют структурные повреждения различного типа (т.е. инактивации белков, в т.ч. ферментов, нуклеиновых кислот).

При облучении водных растворов, в которых каждую биомолекулу окружает вода, большую часть энергии поглощается молекулами воды. Если вода становится «химически активной» в результате поглощения энергии ионизирующего излучения, то растворенные молекулы будут испытывать дополнительное поражение. В этом случае эффективность лучевого поражения макромолекул значительно выше, чем в сухих препаратах [3].

1.5 Электронный ускоритель «АСТРА-М»

Изучение влияния импульсного электронного пучка на жизнедеятельность плесневых грибов будет проводиться на электронном ускорителе «АСТРА-М».

Импульсный ускоритель электронов «АСТРА-М» был создан на основе генератора высоковольтных импульсов. Характеристики генератора позволяют формировать на нагрузке импульсы высокого напряжения длительностью до 1 мкс с частотой следования до 100 имп./с. Источник импульсных электронных пучков имеет простую надёжную конструкцию и допускает длительный режим работы с частотой следования десятки импульсов в секунду. Компоновочная схема частотного импульсного ускорителя электронов «АСТРА-М» приведена на рисунке 1. Основные параметры входящего в ускоритель электронов «АСТРА-М» оригинального оборудования представлены в таблице 1.

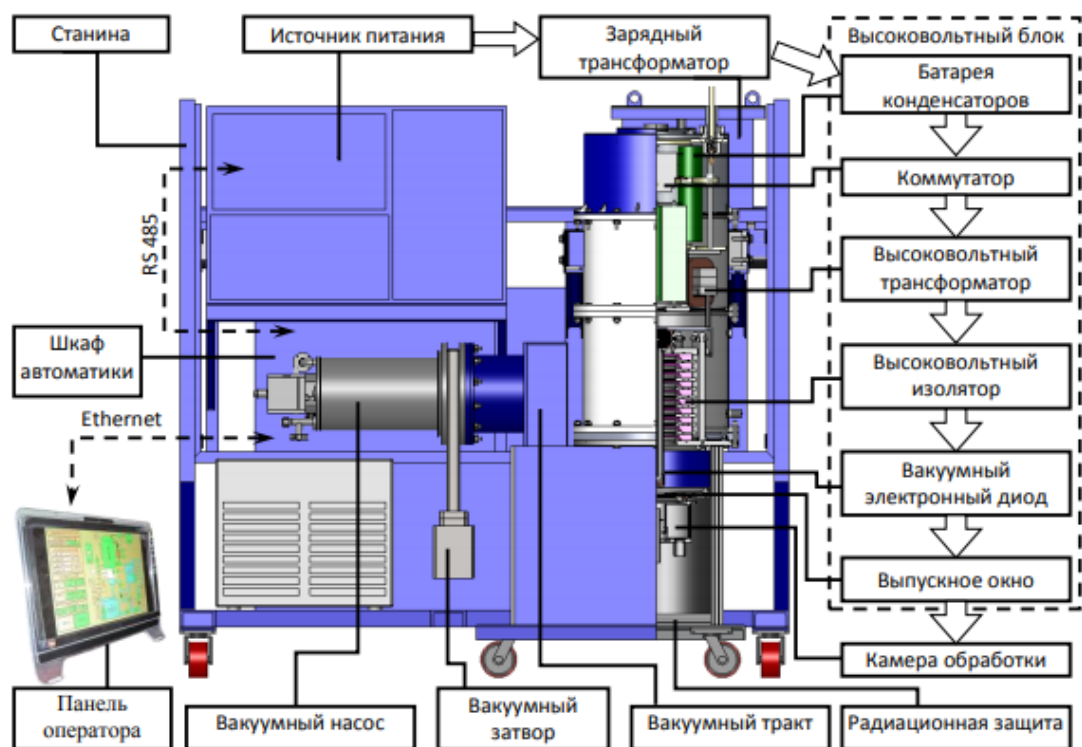


Рисунок 1 - Компонентная схема импульсного ускорителя электронов «АСТРА-М». Направления передачи энергии между функциональными элементами ускорителя показаны стрелками

Микроконтроллерная система автоматического управления осуществляет мониторинг изменения параметров работы ускорителя «АСТРА-М», что позволяет проводить работы под контролем оператора и выполнять заданную программу в автоматическом режиме. Панель оператора представляет собой персональный компьютер со специализированным программным обеспечением [8].

Таблица 1 - Основные параметры входящего в ускоритель электронов «АСТРА- М» оригинального оборудования

№ п.п.	Наименование параметра	Значение параметра
Источник питания электрофизических нагрузок		
1.	Род питающего напряжения	переменное
2.	Напряжение питания, В	3*380
3.	Чистота питающей сети, Гц	50

Продолжение таблицы 1

4.	Максимальная мощность источника (изолированный выход ИНП), кВт	8
5.	Род напряжения на выходе	импульсное, однополярное
6.	Максимальное напряжение, кВ	регулируемое, до 40
7.	Число изолированных выходов	2
8.	Отклонение напряжение на выходе	$\pm 0,5\%$
Генератор высоковольтных импульсов		
9.	Максимальная мощность генератора, кВт	8
10.	Напряжение питания, кВ	импульсное, до 40
11.	Максимальное напряжение на выходе, кВ	до 500
12.	Род напряжения на выходе	импульсное, однополярное
13.	Максимальная чистота, имп./с	50

1.6 Заболевания пшеницы

Семена зерновых культур значительно подвержены заражению и рассматриваются как один из основных источников инфекции многих болезней, которые вызывают корневую гниль, гибель проростков и всходов и др. По данным ученых международного центра СИММИТ на пшенице встречаются 25 грибных, 3 бактериальных, 3 нематодных, 1 вирусное, 4 физиолого-генетических болезней и 8 заболеваний, обусловленных недостатком минерального питания и другими абиотическими факторами.

В процессе формирования зерна на его поверхности развивается микрофлора из неспорозных бактерий, а, так же грибов *Alternaria tenuis*, *Cladosporium herbicola* и др. В период вегетации зерно подвержено заражению паразитными грибами родов *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Septoria* и бактериями – виды *Pseudomonas*, *Xanthomonas* и др.

Плесневые грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichotecium*, *Mucor* могут развиваться в процессе хранения зерна при влажности, превышающей

15%. Развитие данных грибов приводит к снижению всхожести семян и качества продукции [9].

1.7 Микотоксины

Микотоксины представляют собой вторичные метаболиты микроскопических грибов разнообразной химической природы, оказывающие токсическое действие на организм. Микотоксины выполняют различные функции, связанные с обеспечением конкурентоспособности продуцента в его экологической нише и способствуют выживаемости плесневых грибов. Наиболее распространенными микотоксинами являются афлатоксины, дезоксиниваленол, фумонизины, охратоксины, зеараленон и патулин, продуцируемые грибами видов *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium*.

Заболевания животных или человека, вызванные микотоксинами, называются микотоксикозами. По оценкам Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации, микотоксины вызывают серьезные экономические проблемы и загрязняют 25% мировых продовольственных культур.

Синтез микотоксинов осуществляется из малоната, мевалоната, ацетата и аминокислот. Образование различных по структуре предшественников микотоксинов происходит в реакциях алкилирования, конденсации, галогенизации и окислительно-восстановительных реакциях. Среди путей биосинтеза микотоксинов выделяют пять основных: поликетидный (афлатоксины, стеригматоцистин, охратоксины, патулин и др.), терпеноидный (трихотеценовые микотоксины), биосинтез через цикл трикарбоновых кислот (рубратоксины), биосинтез с аминокислотами в качестве исходных соединений (эргоалкалоиды, споридесмин, циклопиазоновая кислота и др.) и смешанный биосинтез (производные циклопиазоновой кислоты) [10].

Благоприятные условия для роста плесневых грибов – оптимальная температура и влажность – приводят к поражению кормов и размножению плесневых грибов. Следствием размножения плесневых грибов в кормовом

сырье являются ухудшение вкусовых качеств и снижение питательности кормового сырья, а так же к ухудшению здоровья, задержке роста и снижению продуктивности животных.

При поступлении а организм микотоксины способны вызвать изменение микрофлоры в кишечнике, а так же оказать негативное воздействие на клетки, органы, ткани, физиологическое состояние животных. Механизм действия микотоксинов основан на:

1. Ингибировании синтеза ДНК, РНК и образование аддуктов ДНК. Охратоксин А, Т-2 токсин подавляют в клетках синтез протеина, ДНК и РНК.
2. Изменении мембранных структур. Микотоксины могут стимулировать липидное перекисление в тканях. Это может быть результатом действия охратоксина А, Т-2 токсина, афлотоксина, фумонизина, дезоксиниваленона (ДОНа), зеараленона.
3. Запуске запрограммированной клеточной гибели. Т-2 токсин является самым мощным фактором апоптоза.

1.8 Влияние облучения электронным пучком на уровень содержания дезоксиниваленола в барде, центрифугате барды и в промежуточных продуктах производства

Партия ДОН-загрязненной канадской пшеницы была переработана в ферментерах на заводе по производству этанола. В качестве образцов использовались барда, влажный осадок после центрифугирования барды, центрифугат барды, сухая барда и необработанная пшеница.

В качестве прибора для облучения электронным пучком использовали ускоритель электронов МВ-4/635 10 МэВ, 4 кВт. Для измерения депонированной энергии использовали радиохромные пленочные дозиметры FWT-60-00.

В процессе подготовки проб для облучения электронным пучком образцы нагрели до комнатной температуры и разместили в отдельных полиэтиленовых пакетах в количестве 500 г. Жидкие образцы тщательно

перемешали перед переносом в полиэтиленовые пакеты, которые были запечатаны таким образом, чтобы оставить объем воздуха в сосуде эквивалентный объему образца. Затем мешки энергично встряхивали, способствуя растворению газов в жидкости.

Образцы облучали на ускорители электронов сбоку, в процессе их перемещения по конвейеру. Образцы в полиэтиленовых пакетах были помещены в тонкие коробки, для обеспечения равномерной толщины во время облучения. На передней и задней частях каждого образца были установлены два дозиметра. Для каждого образца производили облучение отдельных фракций в пяти разных дозах в диапазоне от 2,6 до 55,8 кГр. В качестве контроля для всех образцов оставляли фракцию с нулевой дозой. После облучения все образцы были заморожены до проведения анализа на определение микотоксинов. Для дальнейшего анализа образцы были лиофилизированы, было определено содержание влаги.

Образцы были проанализированы на предмет концентрации ДОНа, 3-ацетил ДОНа, 15-ацетил ДОНа, диацетоксисцирпенола, фусаренона-х, ниваленола, токсина Т-2 и токсина НТ-2. Образцы пшеницы были измельчены с использованием кофемолки.

Для анализа ГХ-МС 10-граммовая порция измельченного образца была извлечена 40 мл элюента ацетонитрил с водой (84-16, об. / об.) в течение 1 ч на возвратно-поступательном шейкере. 9 мл аликвоты элюировали через колонку для очистки, содержащей 1,5 г связанного силикагеля С18RP и нейтральный оксид алюминия (1-1, вес / вес). Элюат выпаривали досуха и дериватизировали триметилсилилимидазолом с триметилхлорсиланом (100-1, об. / об.) [11].

Рисунки 2 – 6 содержат графики средней концентрации ДОНа в исследуемых образцах после обработки электронным пучком при различных дозах.

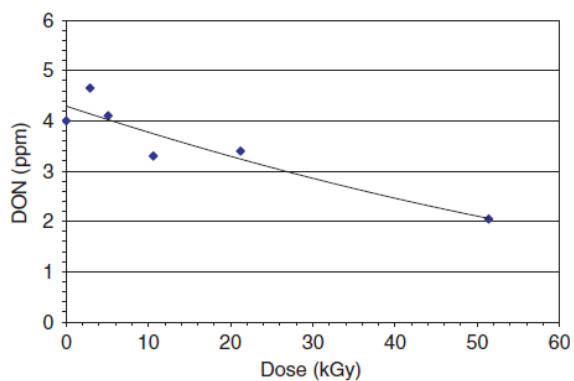


Рисунок 2 Изменение концентрации ДОНа во влажном осадке после центрифугирования барды после обработки электронным пучком при различных дозах

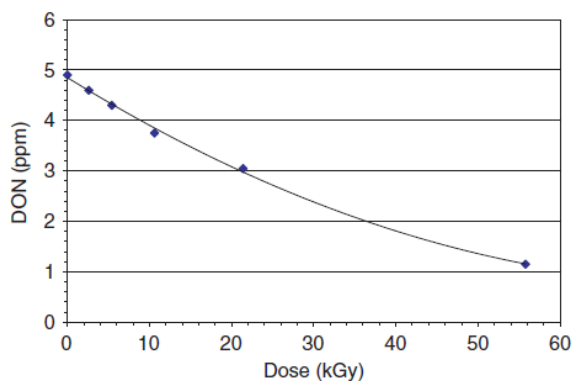


Рисунок 3 Изменение концентрации ДОНа в центрифугате барды после обработки электронным пучком при различных дозах

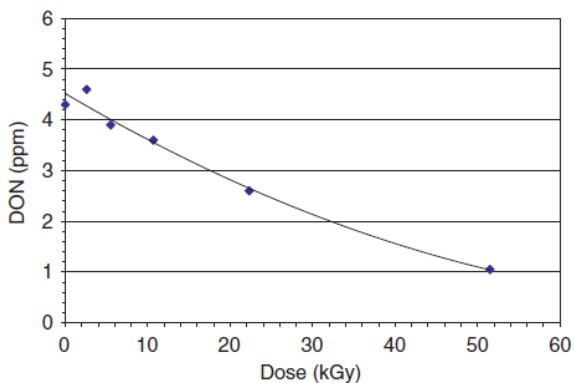


Рисунок 4 Изменение концентрации ДОНа в барде после обработки электронным пучком при различных дозах

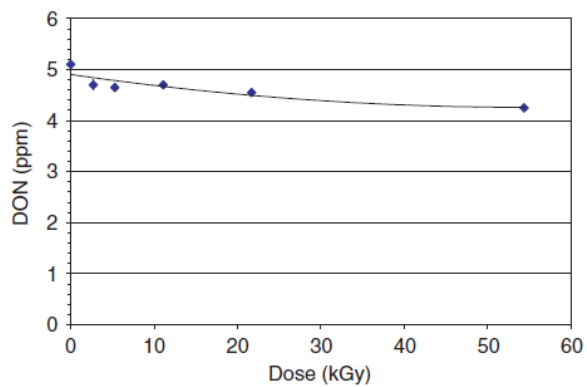


Рисунок 5 Изменение концентрации ДОНа в необработанной пшенице после обработки электронным пучком при различных дозах

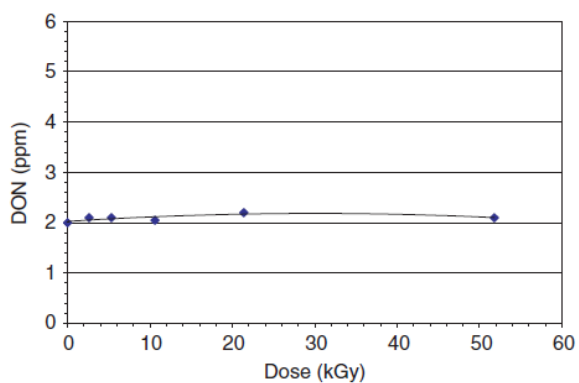


Рисунок 6 Изменение концентрации ДОНа в сухой барде после обработки электронным пучком при различных дозах

2 Объект и методы исследования

2.1 Объект исследования

Объектами исследования являются культура грибов *Aspergillus*, а так же семена пшеницы сорта «Ирень».

Аспергилл, (лат. *Aspergillus*) – род высших аэробных плесневых грибов, принадлежащий к сумчатым грибам – аскомицетам. Род *Aspergillus* широко распространен на всех континентах и включает более 200 видов. Большая часть видов рода относится к сапротрофам, но встречаются токсинообразователи, паразиты растений, животных и человека.

Вегетативное тело аспергиллов - мицелий, состоящий из разветвленных гиф с перегородками. Поверхность колонии бархатистая с белым или окрашенным мицелием, что связано с синтезируемыми грибом метаболитами и спороношением. Для грибов рода *Aspergillus* характерно бесполое размножение при помощи конидий, однако некоторым видам свойственно и высшее спороношение – сумчатое, т.е. половое. Зрелые конидии имеют определенную форму и окраску, у многих аспергиллов становятся при созревании шиповатыми или бугорчатыми. Окраска массы конидий придает тот или иной цвет плесневому налету, т. е. колонии.

Аспергиллы растут на субстратах богатых углеродом: моносахаридами и полисахаридами. Многие виды рода аспергилл устойчивы к воздействиям внешней среды, демонстрируют способность к росту в обеднённых питательными веществами средах, либо в условиях совершенного отсутствия ключевых питательных веществ. Колонии грибов рода *Aspergillus* выращивают на специфической бактериологической среде Сабуро. В процессе жизнедеятельности аспергиллы продуцируют протеолитические, сахаролитические и липолитические ферменты, а так же токсины. Соединения, синтезируемые аспергиллом, в т.ч. сериновые и аспарагиновые протеазы, металлопротеиназы, дипептидилпептидазы и фосфолипазы, являются сильными аллергенами.

Семена яровой пшеницы сорт «Ирень»

Пшеница яровая сорта «Ирень» является разновидностью мультурум - мягкой пшеницы с красным неопушенным безостым колосом и красным зерном. Зерно удлиненное, со средним хохолком, окрашенное. Масса 1000 зерен варьируется от 35 до 42 грамм. Яровая пшеница имеет ранний срок созревания с вегетационным периодом 77-93 дня, устойчива к полеганию и осыпанию, имеет высокую засухоустойчивость. Сорт «Ирень» проявляет среднюю устойчивость к мучнистой росе, восприимчив к септориозу, корневым гнилям, стеблевой ржавчине. Сильно восприимчив к пыльной и твердой головне, бурой ржавчине [12].

2.2 Материалы и методы исследования

Оборудование:

- Бокс биологической безопасности II класса Streamline;
- Стерилизатор (автоклав) паровой Tuttnauer 2340 МК;
- Бинокулярный микроскоп Primo star;
- Термометр для определения температуры питательной среды;
- Термостат ТС 1-20, поддерживающий температуру 37°C;
- Весы лабораторные KERN 440-33N;
- Дистанционное раздаточное устройство Arim 611AMDG1;
- Шейкер лабораторный PST-60HL;
- Гомогенизатор с аналоговым управлением HG-15A;
- Импульсный ускоритель электронов «АСТРА – М».
- Атомно-силовой микроскоп NT-MDT NTEGRA Prima
- Лабораторные аналитические весы Radwag AS 220

Посуда лабораторная стерильная:

- Кюветы объемом 0,07 мл для работы на приборе «АСТРА – М»;
- Стеклянные пробирки и стаканы;
- Чашки бактериологические (Петри);
- Автоматические дозаторы (пипетки) вместимостью до 1 мл;

- Пинцеты.

Питательная среда:

- Сабуро-мальтоза-агар

Состав питательной среды Сабуро-мальтоза-агар представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Состав питательной среды «Сабуро-мальтоза-агар»

Компонент	Концентрация, г/л
Пептон ферментативный	10,0
Дрожжевой экстракт	2,0
Лимонная кислота	0,15
Мальтоза	40,0
Агар	10,0±3,0

Основные материалы:

1. Культура плесневых грибов рода *Aspergillus*, выделенная из зараженных семян пшеницы;
2. Семена яровой пшеницы сорта «Ирень» (урожай 2016 года).

Стерилизация материалов

Для стерилизации материалов использовали паровой стерилизатор (автоклав) Tuttnauer 2340 МК. Предварительную обработку лабораторной посуды и инструментов осуществляли автоклавированием при температуре 134°C в течение 45 минут; субстрат для культивирования микроорганизмов и дистиллированную воду стерилизовали при температуре 121°C в течение 15 минут. Лабораторную посуду перед стерилизацией в автоклаве упаковывали в бумагу для обеспечения стерильности в процессе хранения.

Питательную среду стерилизовали в сосудах, закрытых ватно-марлевой пробкой. Обеззараживание отработанных материалов с микроорганизмами осуществляли автоклавированием при температуре 134°C в течение 45 минут.

Контроль соблюдения времени стерилизационной выдержки и условий

стерилизации производили с использованием индикаторов Интест-П-134\5-02 и Интест-П-121\20-02.

Приготовление питательной среды

Питательная среда «Сабуро-мальтоза-агар» предназначена для выделения и культивирования дрожжеподобных и плесневых грибов, при санитарно-микологических исследованиях. Представляет собой мелкодисперсный порошок светло-желтого цвета. Срок годности сухой среды 2 года, готовой стерильной среды в течение 14 суток при температуре хранения 2 – 8°C.

Готовая стерильная среда, разлитая в чашки Петри, имеет:

- светло-янтарный прозрачный раствор;
- рН $5,7 \pm 0,3$;
- температуру застывания от 30 до 37°C;
- температуру плавления агара не менее 80°C.

Порядок приготовления:

2. 62,0 г сухой среды размешивали в 1 л дистиллированной воды, кипятили 3 мин, фильтровали через ватно-марлевый фильтр;
3. Среду разливали по флаконам и стерилизовали автоклавированием при температуре 121°C в течение 15 мин;
4. Стерильную среду, охлажденную до температуры (45 – 50) °C, разливали в стерильные чашки Петри слоем 4 – 6 мм;
5. После застывания среды чашки с застывшей средой подсушивали в течение (40±5) мин.

Метод раздавленной капли, применяется для приготовления препаратов для микроскопии живых объектов: бактерий, клеток культур тканей, грибов и др.

Порядок приготовления микропрепарата:

1. Производили обезжиривание предметного стекла спиртовым раствором.
2. На предметное стекло наносили каплю воды или физиологического

раствора, вносили в неё исследуемый объект, накрывали покровным стеклом.

3. Включали нижний осветитель микроскопа, размещали исследуемый образец на предметный столик и настраивали резкость.

4. Микроскопировали препарат при увеличении микроскопа $\times 400$, $\times 1000$.

Микроскопирование плесневого гриба осуществляли операторы на оптической системе атомно-силового микроскопа NT-MDT NTEGRA Prima, находящийся в лаборатории зондовой микроскопии «Сканирующая зондовая НаноЛаборатория», ТПУ.

Облучение импульсным электронным пучком производили с участием специалистов, обслуживающих установку «АСТРА-М» (Приложение А), находящуюся в научно-производственной лаборатории «Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий» ТПУ.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- формирование концепции исследования;
- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научного исследования;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью данной бакалаврской работы является исследование способности импульсного электронного пучка деконтаминировать зерна пшеницы, что приведет к обеззараживанию от плесневых грибов, в т.ч. продуцентов микотоксинов. Данный способ является альтернативой способу обработки семян фунгицидами.

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результатом работы является исследование эффективности экологически безопасного способа обработки от плесневых грибов, поражающих зерновые культуры, при различных параметрах импульсного электронного пучка, подбор минимального обеспечивающего обеззараживающий эффект от плесневых грибов.

Целевой рынок данного исследования – сельскохозяйственная промышленность РФ, крупные сельскохозяйственные производства.

Следует отметить, что данный метод обработки является наиболее экологически безопасным, что отмечено на рисунке 7. Учитывая современную тенденцию на увеличение экологичности и безопасности, эта работа является весьма перспективным направлением исследований в области противогрибкового обеззараживания семян.

		Уровень экологического загрязнения	
		Низкий	Высокий
Стоимость	Низкая		
	Высокая		

Обработка импульсным электронным пучком –

Обработка фунгицидами –

Рисунок 7 Карта сегментирования рынка услуг относительно соотношения цена/экологическая безопасность

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таким образом, для анализа конкурентных технических решений стоит рассмотреть перечисленные выше способы обработки: обработка импульсным электронным пучком и обработка фунгицидами.

Оценочная карта анализа представлена в таблице 6. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны

составлять 1. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Наиболее важными критериями оценки данной разработки являются:

- надежность разработки – способность обеспечивать необходимый уровень обработки семян;
- безопасность – отсутствие вредных воздействий на организм человека во время обработки;
- потребность в материальных ресурсах – количество дополнительных ресурсов необходимых для обеспечения работоспособности технологии;
- простота эксплуатации – количество и сложность операций необходимых для работы методики;
- экологичность – отсутствие вредных воздействий на окружающую среду;
- стоимость разработки – стоимость необходимых для разработки материалов и оборудования;
- предполагаемый срок эксплуатации – время эффективного использования разработки;
- финансирование разработанного метода – стоимость средств необходимых для поддержания эффективной работы разработки.

Таблица 6 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _э	Б _ф	К _э	К _ф
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Надежность	0,1	5	4	0,5	0,4
2. Безопасность	0,2	5	4	1	0,8
3. Потребность в материальных ресурсах	0,15	5	3	0,75	0,45

Продолжение таблицы 6

4. Простота эксплуатации	0,1	5	5	0,5	0,5
5. Экологичность	0,2	5	3	1	0,6
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Стоимость разработки	0,05	3	5	0,15	0,25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	0,5	0,4
3. Финансирование разработанного метода	0,1	5	4	0,5	0,4
Итого	1	38	32	4,9	3,8
Индексы: э – импульсный электронный пучок, ф - фунгициды					

На основании представленного выше анализа можно сделать вывод, что исследованный в данной работе способ обработки является наиболее пригодным для эксплуатации. Конкурентный способ обработки недостаточно удовлетворяет установленным требованиям, вследствие несоответствия современным тенденциям к увеличению безопасности производства.

5.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Комплексный анализ научного исследования с описанием сильных и слабых сторон, а так же угроз и возможностей представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Матрица SWOT

	Strengths (сильные стороны)	Weaknesses (слабые стороны)
	<p>S1. Экологичность радиационной технологии обработки;</p> <p>S2. Высокая надежность процесса;</p> <p>S3. Высокая производительность технологии при непрерывном облучении на потоке;</p> <p>S4. Заявленная экономичность технологии;</p> <p>S5. Высокая эффективность обработки.</p>	<p>W1. Отсутствие государственной программы развития и внедрения радиационных технологий неэнергетического профиля;</p> <p>W2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;</p> <p>W3. Отсутствие мобильных установок;</p> <p>W4. Отсутствие бизнес-плана коммерциализации;</p> <p>W5. Не проработаны вопросы выхода на рынок.</p>

Продолжение таблицы 7

<p>Opportunities (возможности)</p> <p>O1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>O2. Уменьшение эффективности эксплуатируемого способа обработки фунгицидами ввиду резистентности плесени;</p> <p>O3. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>O4. Ужесточение требований к химической обработке зерна.</p>	<p>O2O3O4S1S2S3S4S5 – использовать преимущества радиационной технологии обработки зерна для внедрения на рынок и в агропромышленный комплекс.</p>	<p>O1O4W1 – проработать методику определения внедрения радиационных технологий неэнергетического профиля;</p> <p>O3W4W5 – разработать бизнес-план коммерциализации и план выхода на рынок.</p>
<p>Threats (угрозы)</p> <p>T1. Незаинтересованность крупных компаний в сфере агрономии и сельского хозяйства;</p> <p>T2. Отсутствие заинтересованных инвесторов проекта;</p> <p>T3. Отсутствие спроса на технологию;</p> <p>T4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции подвергнутой радиационной обработке.</p>	<p>T1S2S3S4 – использовать преимущества технологии для формирования интереса во внедрении у крупных компаний;</p> <p>T3S1S2S3S4S5 – использовать преимущества технологии для увеличения спроса а технологию.</p>	<p>T1T2T3W1 – заинтересовать компании в методике обработки зерна ионизирующим излучением;</p> <p>T2W4W5 – разработать бизнес-план коммерциализации</p> <p>T1T3W4 – использовать рекламу.</p>

В таблицах 8 – 11 приведены различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT. Знак «+» означает сильное соответствие сторон, «-» - слабое соответствие.

Таблица 8 – Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5
Q1	-	-	-	-	-
Q2	+	+	+	+	+
Q3	+	+	+	+	+
Q4	+	+	+	+	+

Таблица 9 – Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2	W3	W4	W5
Q1	+	-	-	-	-
Q2	-	-	-	-	-
Q3	-	-	-	+	+
Q4	+	-	-	-	-

Таблица 10 – Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5
T1	-	+	+	+	-
T2	-	-	-	-	-
T3	+	+	+	+	+
T4	+	-	-	-	-

Таблица 11 – Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2	W3	W4	W5
T1	-	-	-	+	-
T2	-	-	-	+	+
T3	-	-	-	-	-
T4	-	-	-	-	-

5.3 Планирование научного исследования

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках исследования;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного исследования необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Разработанный список задач и производимых работ, в рамках проектирования, а также распределение исполнителей по этим работам, представлен в виде таблицы 12.

Таблица 12 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследования	Руководитель
	2	Определение целей и задач исследования	Руководитель, инженер
	3	Календарное планирование работ по исследованию	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Изучение литературных данных по теме исследования	Инженер
	5	Сопоставление плана и методик эксперимента	Инженер
	6	Проведение культивирования микроорганизмов	Инженер
	7	Обработка образцов электронным пучком	Инженер
	8	Контроль выживаемости обработанных образцов	Инженер
	9	Обработка и анализ полученных экспериментальных данных	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
Контроль и координирование проекта	11	Контроль качества выполнения исследования и консультирование исполнителя	Руководитель

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки проекта составляется из трудовых затрат, поэтому важно определить трудоемкость работ всех участников разработки проекта.

Несмотря на то, что трудоемкость зависит от трудно учитываемых параметров, т.е. носит вероятностный характер, ее можно определить экспертным путем, в человеко-днях. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использовалась формула:

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

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

$t_{\min i}$ – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является оптимистичной оценкой: при удачном стечении обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является пессимистичной оценкой: при неудачном стечении обстоятельств, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p :

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

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.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Сопоставление плана методик и эксперимента» рассчитываем по формулам 2 и 3, соответственно:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел.-дн.},$$

$$T_{pi} = \frac{2,8}{1} \text{ раб.дн..}$$

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 13.

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной

задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

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

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 $k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент $k_{кал}$ определяется по формуле:

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

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;
 $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;
 $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера) по формуле 5:

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48.$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы инженера и руководителя, на примере задачи «Выбор направления исследований» по формуле 4:

$$T_{ки.инж} = 2,4 \cdot 1,48 = 3,55 \approx 4 \text{ кал.дн.},$$

$$T_{ки.рук} = 2,1 \cdot 1,28 = 2,69 \approx 3 \text{ кал.дн.}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

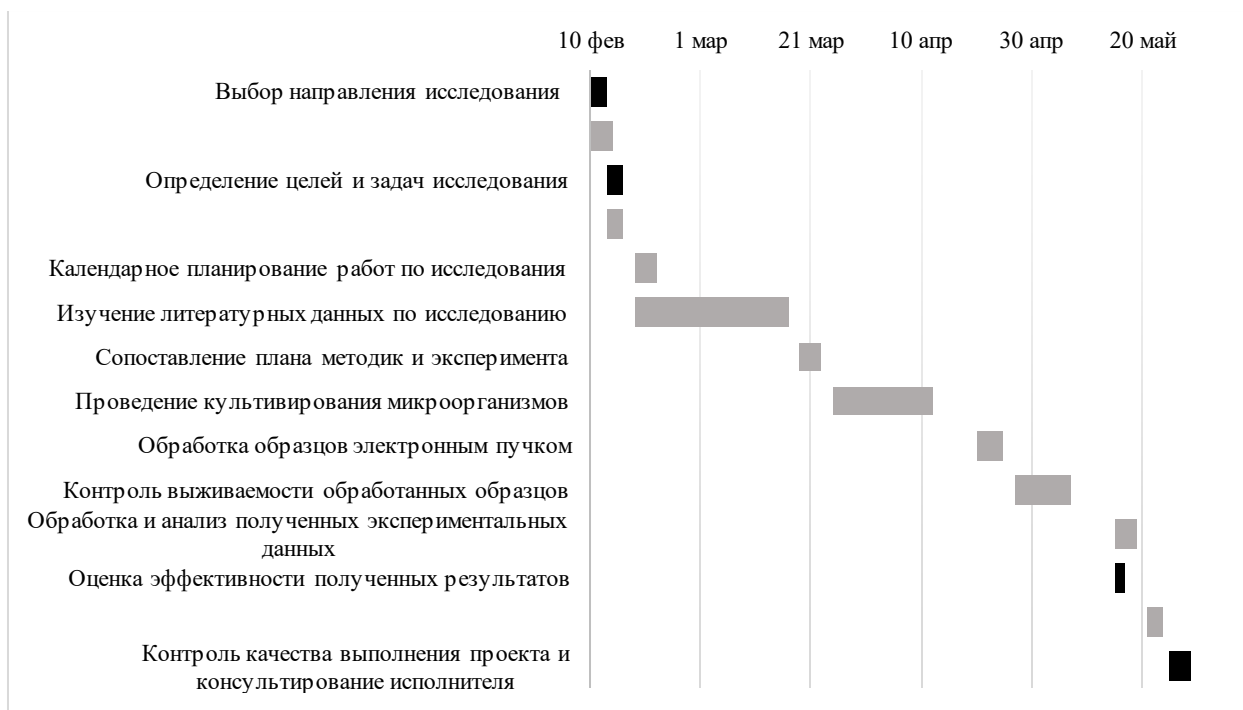
$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 66 - 14} = 1,28.$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Временные показатели исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Выбор направления исследования	3	4	6	6	4,2	4,8	2,1	2,4	3	4
Определение целей и задач исследования	3	4	5	5	3,8	4,4	1,9	2,2	3	3
Календарное планирование работ по исследованию	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-
Изучение литературных данных по исследованию	-	12	-	16	-	13,6	-	13,6	-	20
Сопоставление плана методик и эксперимента	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4
Проведение культивирования микроорганизмов	-	10	-	15	-	12	-	12	-	18
Обработка образцов электронным пучком	-	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5
Контроль выживаемости обработанных образцов	-	5	-	10	-	7	-	7	-	10
Обработка и анализ полученных экспериментальных данных	-	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	4	6	2,8	3,6	1,4	1,8	2	3
Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	2	-	4	-	2,8	-	2,8	-	4	-

После расчета и сведения в таблицу временных показателей проектирования, на основе полученной таблицы строится диаграмма Ганта (Рис. 8).



Руководитель – Инженер -

Рисунок 8 Диаграмма Ганта

Количество рабочих календарных дней для инженера и руководителя представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Сводная таблица по календарным дням

Общее количество календарных дней	Количество дней
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	71
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	16

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования было обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группировались по статьям: материальные затраты НИ,

затраты на специальное оборудование, основная и дополнительная заработные платы исполнителей исследования, страховые отчисления и накладные расходы.

5.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включались затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Результаты по данной статье занесены в таблицу 15.

Таблица 15 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.	
Питательный агар Сабуро с мальтозой	0,25 кг	1	10673	10673	
Чашка	Уп. 10 шт.	10	265,3	2653	
4\5-02	Интест-П-134\5-02	Уп. 500 шт.	1	679	679
1\20-02	Интест-П-121\20-02	Уп. 500 шт.	1	679	679
ининовый, 1 мл	Шприц инсулиновый, 1 мл	Уп 10 шт.	1	155	155
бак. взвесей 5-	СО мутности бак. взвесей 5-10 ед.	СОП № 1-98	1	7695	7695
риалы	Всего за материалы			22534	

5.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научного исследования

В данной статье стоимость оборудования, используемого при выполнении работ и имеющегося в данной научно-технической организации, учтена в виде амортизационных отчислений. Стоимость оборудования и срок его полезного действия приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на спецоборудование для научных исследований

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Термостат Электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ	1	5	17,6	17,6
2	Бокс биологической безопасности 2 класса Streamline SC2-4A1.	1	7	199,9	199,9
3	Автоклав паровой Tuttnauer 2340 МК	1	7	199	199
4	Микроскоп бинокулярный Primo star.	1	3	94,3	94,3
Итого:					510,8 тыс. руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (6)$$

где H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (7)$$

где A – амортизация;

I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для термостата по формуле 6, с учётом, что срок полезного использования 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{5} = 0,2..$$

Общую сумму амортизационных отчислений для оборудования находим по формуле 7:

Термостат:

$$A_m = \frac{0,2 \cdot 17600}{12} \cdot 4 = 1173 \text{ руб.}$$

Бокс биологической безопасности:

$$A_o = \frac{0,143 \cdot 199900}{12} \cdot 4 = 9529 \text{ руб.}$$

Автоклав:

$$A_a = \frac{0,143 \cdot 199000}{12} \cdot 4 = 9486 \text{ руб.}$$

Микроскоп:

$$A_m = \frac{0,33 \cdot 94300}{12} \cdot 4 = 10373 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = \sum A_i = 1173 + 9529 + 9486 + 10373 = 30561 \text{ руб.} \quad (8)$$

5.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включена основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (9)$$

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

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

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (10)$$

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

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

T_p - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн..

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o} \quad (11)$$

где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M=10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

F_o - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Табл. 17).

Таблица 17 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	4	8
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	216

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) \cdot k_p \quad (12)$$

где Z_{mc} - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} - премиальный коэффициент;

k_o - коэффициент доплат и надбавок;

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 18.

Таблица 18 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители НИ	$Z_{мс}$, руб	k_{np}	k_{∂}	k_p	Z_m , руб	$Z_{\partialн}$, руб	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2130	16	34080
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1720	71	122120
Итого:								156200

Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{\partialоп} = k_{\partialоп} \cdot Z_{осн} \quad (13)$$

где $k_{\partialо}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Дополнительная заработная плата для руководителя и инженера рассчитывается по формуле 13:

$$Z_{\partialоп.рук} = 0,15 \cdot 34080 = 5112 \text{ руб.},$$

$$Z_{\partialоп.инж} = 0,15 \cdot 122120 = 18318 \text{ руб.}.$$

5.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{\partialоп}) \quad (14)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя и инженера рассчитываем по формуле 14:

$$Z_{внеб.рук} = 0,3 \cdot (34080 + 5112) = 11758 \text{ руб.},$$

$$Z_{внеб.инж} = 0,3 \cdot (122120 + 18318) = 42131,4 \text{ руб.}.$$

Результаты расчетов приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления
Руководитель	34080	5112	11758
Инженер	122120	18318	42131,4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3		
Итого			53889,4

5.4.5 Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{нр}, \quad (15)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Накладные расходы научного исследования определяем по формуле 15:

$$Z_{накл} = (22534 + 30561 + 156200 + 23430 + 53889,4) \cdot 0,2 = 57322,9 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ (название темы) по форме, приведенной в таблице 20.

Таблица 20 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
22534	30561	156200	23430	53899,4	286614,4	57322,9	343937,3

5.5 Определение ресурсной эффективности исследования

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

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги, отличающиеся питательной средой, предназначенной для культивирования образцов плесневых грибов, а так же для дальнейшего посева обработанных образцов и контроля выживаемости.

1. Питательная среда Сабуро агар
2. Питательная среда ГРМ агар

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} \quad (16)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{\max} - максимальная стоимость исполнения научного исследования (в т.ч. аналоги).

Рассчитываем интегральный финансовый показатель для разработки и ее аналогов по формуле 16:

$$I_{\phi}^{p-1} = \frac{336504,3}{343937,3} = 0,98$$

$$I_{\phi}^{p-2} = \frac{338571,3}{343937,3} = 0,98$$

$$I_{\phi}^{p-m} = \frac{343937,3}{343937,3} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает незначительное увеличение стоимости разработки.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов

исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (17)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a - весовой коэффициент i -го параметра;

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

n - число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проведён в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Отсутствие токсичных реагентов	0,1	5	5	5
2. Специфичность питательной среды	0,3	5	4	1
3. Доступность	0,2	4	5	5
4. Безопасность для персонала	0,2	4	4	4
5. Наличие данных о влиянии на группы	0,2	5	5	5
ИТОГО	1			

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разработки и ее аналогов рассчитываем по формуле 17.

$$I_{p-m} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,6 ;$$

$$I_{p-1} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,5 ;$$

$$I_{p-2} = 0,1 \cdot 5 + 0,3 \cdot 1 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 3,6 .$$

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

$$I_i = \frac{I_{pi}}{I_{\phi}^i} \quad (18)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта

и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта (Табл.22). Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{p-1}}{I_{p-2}}, \quad (19)$$

Таблица 22 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,98	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,6	4,6
3	Интегральный показатель эффективности	4,55	3,67	4,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,99	0,8	1

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленном исследовании с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.

В ходе разработки настоящей главы ВКР были решены следующие задачи:

- Определена концепция исследования, проведен анализ рынка: было установлено, что конкурентное преимущество разработки заключается в наличии более подробного анализа специфичности действия дезинфицирующего агента, а так же экологичность.
- Осуществлена организация работ по научному исследованию.
- Проведено планирование научно-исследовательских работ, разработан календарный план проекта. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 79 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 16.
- Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 343937,3 руб.
- Проведена оценка эффективности исследования. Сравнение

значений интегральных показателей эффективности с конкурентными разработками позволило определить, что существующий вариант решения поставленной задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.