

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



Институт физики высоких технологий
 Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
 Кафедра биотехнологии и органической химии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Влияние различных составов искусственных питательных сред на скорость достижения целевого возраста гусениц непарного шелкопряда (<i>Lymantria dispar</i> L.)

УДК 638.221.4.638.23

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ51	Худеева Кристина Александровна	<i>Худеева</i>	24.05.17

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чубик М.В.	к.м.н., доцент	<i>Чубик</i>	29.05.17

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З.В.	к.т.н.	<i>Креницына</i>	24.05.2017

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.		<i>Мезенцева</i>	29.05.17

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Краснокутская Е.А.	д.х.н., профессор	<i>Краснокутская</i>	10.06.2017

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения
по ООП 19.04.01 «Биотехнология» (магистр)
профиль «Биотехнология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Профессионально эксплуатировать современные биотехнологические производства, обеспечивая их высокую эффективность и безопасность
P2	Разрабатывать и внедрять новые биотехнологические процессы и оборудование в рамках проектирования новых и усовершенствования действующих производств
P3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в различных областях прикладной биотехнологии
<i>Универсальные компетенции</i>	
P4	Ставить и решать задачи инженерного анализа для создания инновационных биотехнологических процессов и продуктов
P5	Эффективно организовывать и участвовать в работе коллективов, в том числе международных, демонстрировать ответственность за результаты инженерной деятельности
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и правовых аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P7	Постоянно повышать интеллектуальный и общекультурный уровень и профессиональную квалификацию, способствовать обучению персонала

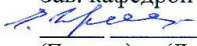
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт физики высоких технологий
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология
Кафедра биотехнологии и органической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 Е.А. Краснокутская
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ДМ51	Худеевой Кристине Александровне

Тема работы:

Влияние различных составов искусственных питательных сред на скорость достижения целевого возраста гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

18.04.2017, 2684/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объектом исследования является гусеницы непарного шелкопряда, культивируемые на базе инсектария отдела Биофизики и экологических исследований ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Грена НШ была собрана во второй декаде октября 2015 - 2016 гг. в Ордынском районе Новосибирской области в очаге массового размножения насекомых.

<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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор 2. Экспериментальная часть 3. Результаты 4. Обсуждение результатов 5. Выводы
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Криницина З.В.</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Мезенцева И.Л.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Введение, Литературный обзор</p>	
<p> </p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>1.02.17</p>
--	----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чубик М.В.	к.м.н., доцент	<i>Чубик</i>	1.02.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ51	Худеева Кристина Александровна	<i>Худеева</i>	1.02.17

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

Студенту:


Группа	ФИО
4ДМ51	Худеевой Крестине Александровне

Институт	ИФВТ	Кафедра	БИОХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Биотехнология


Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Сегментирование рынка</i> 2. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 3. <i>Причинно - следственная диаграмма Исикавы</i> 4. <i>График проведения и бюджет НИИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i> 6. <i>Потенциальные риски</i> 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына З.В	к.т.н		02.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ51	Худеева К.А.		02.03.2017

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4ДМ51	Худеевой Кристине Александровне

Институт	ИФВТ	Кафедра	БИОХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Биотехнология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является гусеницы непарного шелкопряда, культивируемые на базе инспектария отдела Биофизики и экологических исследований ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Грена НШ была собрана во второй декаде октября 2015 - 2016 гг. в Ордынском районе Новосибирской области в очаге массового размножения насекомых.</i>
--	---


Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	<p><i>Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата - Повышенный уровень шума в рабочем месте - Раздражающие и сенсибилизирующие химические вещества <p><i>Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - термические опасности; - электробезопасность; - пожаровзрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.


4. 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.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.05.2017
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК НИ ТПУ	Мезенцева Ирина Леонидовна			28.05.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ДМ51	Худеева Кристина Александровна		28.05.17

Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с., 8 рис., 35 табл., 56 источников, 1 прил.

Ключевые слова: непарный шелкопряд, *Lymantria dispar* L, вирус ядерного полиэдроза, искусственная питательная среда.

Объектом исследования являются гусеницы непарного шелкопряда (НШ), культивируемые на базе инсектария сектора бакуловирусных исследований отдела биофизики и экологических исследований ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Кладки НШ были собраны в октябре 2015 - 2016 гг. в Новосибирской области (Ордынский район) в очаге массового размножения насекомых.

Цель работы - установление скорости достижения III возраста непарным шелкопрядом при культивировании на искусственных питательных средах с различными составами.

В процессе исследования проводилось изучение влияния различных бобовых культур на увеличение скорости роста гусениц непарного шелкопряда, а также определение чувствительности выращенных на исследуемых питательных средах гусениц непарного шелкопряда к вирусу ядерного полиэдроза.

В результате исследования были определены оптимальные составы искусственных питательных сред для культивирования гусениц непарного шелкопряда, а так же чувствительность этих гусениц к вирусу ядерного полиэдроза

Область применения: биотехнология, лесное хозяйство, сельское хозяйство

Экономическая эффективность/значимость работы: разработка поможет сократить время культивирования насекомых, что позволит увеличить эффективность технологии, сократив время производства и затраты на культивирование.

В будущем планируется внедрение разработки в промышленное получение энтомопатогенного вирусного препарата против непарного шелкопряда.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1 Методы защиты растений в лесном хозяйстве	14
1.2 Биологические методы защиты растений	16
1.3 Бакуловирусы	18
1.4 Непарный шелкопряд	21
1.5 Производство вирусных препаратов	24
1.6 Особенности культивирования насекомых	26
1.7 Искусственные питательные среды	30
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
2.1 Технические характеристики оборудования	35
2.2 Объект исследования	37
2.3 Характеристики исходных веществ и материалов	37
2.4 Питательные среды	38
2.5 Нарботка гусениц	40
2.6 Заражение	40
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	42
4.1 Предпроектный анализ	43
4.2 Инициация проекта	48
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом	50

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	66
5.1 Введение	66
5.2 Производственная безопасность	67
5.3 Экологическая безопасность	73
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	83
ПРИЛОЖЕНИЯ	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А	88

ВВЕДЕНИЕ

Предотвращение загрязнения окружающей среды становится одной из наиболее актуальных проблем современности. В результате хозяйственной деятельности человека в окружающую среду поступает огромное количество вредных соединений, которое представляют опасность как для природы в целом, так и для самого человека в частности. Одним из видов такого рода хозяйственной деятельности человека является защита леса от вредителей в рамках лесного хозяйства.

Основная нагрузка на биосферу в рамках данного вида хозяйственной деятельности идет от применения химических пестицидов в борьбе с вредителями. Для того чтобы минимизировать вред от токсичных химических пестицидов, ведется активная разработка методов биологической защиты растений. Знания в области биологии помогают широко использовать многих естественных врагов насекомых для щадящей защиты растений. В частности широко используются энтомопатогенные препараты на основе семейства *Baculoviridae*, семейства вирусов, которые в природе поражают широкий видовой круг насекомых. Одним из такого рода видов бакуловирусов является вирус ядерного полиэдроза (ВЯП). Данный вид вирусов обладает высокой селективностью по отношению к поражаемым насекомым, что позволяет им поражать только определенный вид насекомого и не оказывать влияние на остальные виды животных и растений. Это делает препараты на основе данных агентов перспективным энтомопатогенным средством.

Особенностью производства препаратов на основе бакуловирусов является то, что наработка вирусных частиц возможна только в живом организме, что ставит инсектарий на одно из важнейших мест в производственной схеме. Кроме того, для любого производства важными являются критерии эффективности технологии. Увеличение скорости роста насекомых в инсектарии позволит сократить затраты на их содержание.

Состав искусственной питательной среды (ИПС) является важным параметром, который не только влияет на скорость роста насекомых, но и легко поддается изменению и контролю.

Поэтому целью данной работы стало установление скорости достижения III возраста непарным шелкопрядом при культивировании на искусственных питательных средах с различными составами.

Задачи:

1. Определение влияние различных составов ИПС на скорость достижения целевого возраста гусеницами непарного шелкопряда.
2. Определение чувствительности личинок (гусениц) непарного шелкопряда к вирусу ядерного полиэдроза.
3. Расчет финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения и социальной ответственности.

Научная новизна: На сегодняшний день в Российской Федерации используются устаревшие и малоэффективные технологии наработки инсекционной биомассы. Данная разработка поможет сократить время культивирования насекомых, что позволит увеличить эффективность технологии, сократив время производства и затраты на культивирование.

Практическая значимость: Вирус ядерного полиэдроза непарного шелкопряда обладает огромным потенциалом как энтомопатогенный агент и природный регулятор численности данного вида насекомых. Получение вируса невозможно без живого организма, в котором будет происходить репродукция вируса. Это делает эффективное культивирование гусеничного материала одним из важнейших параметров оценки эффективности технологии.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Методы защиты растений в лесном хозяйстве

Лесное хозяйство – это отрасль экономики, в ведении которой находится изучение и учёт лесов, защита от пожаров, болезней и вредителей, регулирование лесопользования, контроль за использованием лесных ресурсов, их воспроизводство [1]. Российская Федерация является одной из самых крупных лесопромышленных стран мира. Наша страна обладает примерно 20 % всех мировых лесонасаждений и запасов лесных ресурсов. Наибольшими запасами древесины обладает Сибирский Федеральный округ, что составляет 54% от запасов всей страны.

Актуальнейшей проблемой лесного хозяйства является защита леса от насекомых-вредителей. Существуют две основные категории методов защиты растений – химические и биологические. Химический метод основывается на использовании неорганических и органических субстанций, оказывающих токсичное влияние на вредные организмы. Данные субстанции применяются прямо на противоягенты, наносятся на растения или вносятся в среду их обитания (почву, древесину, воздушную среду).

В России в тридцатых годах XX века были созданы химические лаборатории, задачей которых являлась разработка способов получения известных тогда и поиском новых пестицидов. С каждым годом увеличивались объемы использования химических средств защиты растений. Расширялся их спектр [2].

Применяемые в защите растений пестициды можно классифицировать по ряду признаков: по типу вредителя, по химическому составу, по препаративным формам и способу действия на вредные организмы. Наиболее полной считается классификация по объектам применения, эти группы пестицидов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Группы пестицидов по объектам применения.

Группы пестицидов	Противоагент
Акарициды	Клещи
Антисептики	Дереворазрушающие грибы и микроорганизмы
Антифиданты	Насекомые, питающиеся кормовыми растениями
Арборициды	Древесно-кустарниковая растительность
Аттрактанты	Насекомые (используются для привлечения, а не уничтожения. Различают половые - аналоги феромонов, действующие на особей определенного пола, и пищевые, имитирующие вещества, привлекающие насекомых к кормовым растениям)
Афициды	Тли
Бактерициды	Бактерии
Гербициды	Травянистая (сорная, ядовитая) растительность. Различают сплошные, действующие на все виды растений, и селективные, действующие избирательно
Дефолианты	Листва
Зооциды (родентициды)	Вредные позвоночные (грызуны)
Инсектициды	Насекомые
Ларвициды	Личинки насекомых и клещей
Моллюскоциды (лимациды)	Моллюски
Нематоциды	Нематоды
Овициды	Яйца вредителей растений
Ратациды	Крысы
Фунгициды	Споры и мицелий патогенных грибов

Наиболее часто в защите растений используют инсектициды и фунгициды [3].

Химический метод безусловно удобен в использовании, однако обладает существенными недостатками. Это отрицательное действие пестицидных соединений на полезную фауну, микрофлору почвы, защищаемые организмы, их токсичность для человека и теплокровных животных. Химический агент чужероден природе, поэтому в окружающей среде отсутствуют приспособительные механизмы для полного разложения и уничтожения остатков химических субстанций. При многочисленных введениях пестицидов вредные организмы приобретают резистентность к ним, что уменьшает эффект их применения. Часто результат использования этого

метода зависит от погодных условий: обильные осадки смывают препараты с растений, а ветер препятствует их оседанию во время обработки насаждений. Такого рода препараты, используемые при защите растений, могут оказаться опасными для человека не только в процессе работы с ними, но и при постепенном накапливании их в организме, куда они попадают через зараженную ими пищу, воду и из воздуха.

Кроме того, конкретно Западно-Сибирский регион характеризуется континентальным климатом с частыми резкими перепадами температур и коротким вегетационным периодом, что обуславливает более высокую уязвимость растений к такого рода защитным агентам [4].

Главной альтернативой химическим пестицидам являются биологические агенты (энтомофаги, гербифаги и микроорганизмы), регулирующие численность фитофагов, возбудителей болезней растений и сорняков в естественных биоценозах.

1.2 Биологические методы защиты растений

В основе биологических методов защиты растений от вредителей, болезней и сорняков лежат природные регуляционные механизмы видовой численности, которая основывается в свою очередь на различных формах межвидовых отношений организмов. Это помогает использовать в биологической защите растений знания фундаментальной и прикладной экологии.

В отличие от химических средств защиты растений биологические препараты действуют селективно против определенных видов и групп насекомых.

На сегодняшний день существуют следующие основные приемы биологической защиты растений[5]:

- Применение биологических препаратов;
- Интродукция энтомофага, энтомопатогена, полезного фитофага;
- Метод наводнения энтомофагом;
- Охрана энтомофагов.

Все они имеют в своей основе определённую форму взаимодействия вредителя и одного или нескольких биологических агентов. Такими формами являются симбиоз (мутуализм), хищничество, паразитизм и антибиоз.

Симбиоз – это чаще взаимно благоприятные отношения между двумя и более видами. Мутуализм есть частный случай симбиоза и является широко распространённой формой полезной совместной жизни, когда наличие другого организма становится неотложным условием существования обоих. Примером симбиоза (мутуализма) является взаимодействие фитопатогенных грибов и жуков-короедов. Жуки проедают ходы в древесине, в которые поселяются грибы. Личинки жука питаются этими грибами, а последние используют жуков для заселения новых мест обитания.

Хищничество это форма взаимоотношений между организмами разных видов, при которых хищник атакует жертву и питается его плотью, то есть обычно имеет место смерть последней. Также в более обширном смысле под этим понятием имеют в виду всякое выедание одних организмов другими (частичное или полное без умерщвления, то есть отношение, например, паразитов и их хозяев, растений и фитофагов). Распространёнными хищниками в защите растений от вредителей являются насекомые, клещи, пауки.

Паразитизм это антагонистический тип сосуществования организмов, при котором два и более организма, которые не имеют никаких связей между собой, сосуществуют в течение продолжительного времени. Это вид взаимодействия между видами, при котором паразит определенное время использует хозяина в качестве среды обитания и источника питания,

полностью или частично оставляя хозяину регуляцию своих взаимоотношений с окружающим миром.

Последним типом взаимоотношений между организмами является антибиоз. Антибиоз – еще одни антагонистические отношения видов, когда один из антогонистов не дает существовать другому, например, из-за интоксикации одними организмами (фитонцидами, антибиотиками) среды обитания других организмов. Если отрицательное воздействие направлено лишь в одну сторону, называется аменсализм, обоюдное негативное влияние организмов есть конкуренция.

Ученых в области биологической защиты растений особенно интересуют хищники и паразиты. Кроме того особый интерес представляют антагонисты фитопатогенных микроорганизмов. В качестве хищников полезны клещи, насекомые, рыбы, птицы, млекопитающие. Наиболее распространенными среди них агентами биологической защиты являются клещи и насекомые. Микробные возбудители болезней, которые паразитируют на грызунах и насекомых, которые относятся к вредителям растений, служат основой для защитных препаратов микробиологического профиля. В зависимости от природы возбудителей различают микроспорициальные, вирусные, грибные, бактериальные болезни насекомых и грызунов. [5]. Одними из наиболее перспективных биологических инсектицидов являются вирусные препараты на основе бакуловирусов.

1.3 Бакуловирусы

Бакуловирусы (лат. *Baculoviridae*) — семейство палочковидных вирусов, хозяевами которых преимущественно являются членистоногие. Безвредны для человека и теплокровных животных. Вирусы этого семейства при воспроизведении в клетках хозяина образуют включения белковой природы в форме гранул и многогранников (полиэдров) [6].

Эти вирусы способны вызывать массовое распространение инфекционных болезней насекомых, находиться в окружающей среде в течение длительного промежутка времени, а также в организме насекомых в виде латентной инфекции. В отличие от вирусов растений их можно увидеть под световым микроскопом. Это становится возможным за счет образования белковых оболочек. Характеристики бакуловирусов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики бакуловирусов

Характеристика	Значение
Форма	Палочковидная
Размер	250—400X40—70 нм
Количество мембран	2
Толщина внешней мембраны	75 А
Толщина внутренней мембраны	60 А
Расстояние между мембранами	40 А
Тип сердцевины	Электронно-плотная
Ширина сердцевины	60 А
Тип генетического материала	ДНК
Структура генетического материала	Спиральная
Количество вирионов	Для полиэдров – 20-25, для гранул – 1, в редких случаях 2

Вирусы могут взаимодействовать с хозяином двумя способами, которые зависят от продолжительности присутствия вирусных агентов в организме и популяции насекомых. В первом случае вирус пребывает в организме хозяина не долгое время и в большинстве случаев приводит к острой инфекции с непродолжительным инкубационным периодом и последующим развитием симптомов, которые соответствую заболеванию. Острая вирусная инфекция приводит к смерти насекомого. После этого вирусные частицы из умерших насекомых попадают в окружающую среду и передаются по популяции хозяина через восприимчивых к вирусу организмов, заражая их. В биотопах вирус может долго сохраняться на протяжении месяцев и даже лет, пока вновь не попадет в организм вида-хозяина.

Второй тип взаимодействия вируса основывается на персистенции или длительном пребывании последнего в организме и в популяции хозяина. При

этом вирусы находятся в латентной форме, и передаются в популяции от старшего поколения к младшему. Эта передача имеет сложный механизм.

Неактивная форма вируса может долгое время пребывать в популяциях, передаваясь через поколения, пока хозяин не подвергнется какому-либо стрессу и инфекция не активируется. К такому стрессу можно отнести другие инфекции, голодание, аномальные отклонения погоды, чаще всего засуху, и т. д. Это можно наблюдать во время вспышки массового размножения. При этом латентный вирус переходит в активную форму и индуцирует эпизоотический процесс.

Личинки чешуекрылых, как известно, развиваются через несколько возрастов. Наибольшей чувствительностью к вирусу обладают гусеницы младших возрастов. В кишечнике гусеницы происходит растворение полиэдров и высвобождение вирионов, которые в свою очередь распадаются на так называемые «провирусы». Через стенки кишечника они проходят в полость тела и разносятся гемолимфой по всему организму, проникая в восприимчивые ткани органов. Подвержены поражению клетки жирового тела, мышечная ткань, придаточные железы к мальпигиевым сосудам, половые железы, гиподерма, нервные клетки, эпителий трахей. Не более 12 часов необходимо для внедрения вирусного материала в ядро клетки посредством прикрепления к его мембране. После проникновения в ядро вирус начинает использовать хроматин и другие компоненты ядра для своего роста и размножения. Гипертрофия ядра и образование вирусных палочек можно наблюдать уже через 24 часа. После этого вирионы покрываются мембранами. Часть вирионов переходит в вирусную строму, в которой идет формирование полиэдров. Заполнив ядро, полиэдры разрывают его оболочку, выходят в цитоплазму клеток, а затем по мере их разрушения и в полость тела насекомого. Вирионы, не перешедшие в строму, разносятся гемолимфой и инфицируют оставшиеся здоровые клетки. Процесс развития болезни обычно длится 3—12 дней, и зависит от возраста гусениц, температуры окружающей среды. Болезнь всегда заканчивается смертью насекомого. Весь организм

гусеницы лизируется, все инфицированные клетки разрушаются, превращаясь в жидкость с высокой концентрацией вирусных частиц.

Внешние симптомы вирусного заболевания связаны с изменением окраски и покровов зараженный насекомых, замедленностью движений, снижением питания. Из-за воспроизведения вируса в клетках гиподермы, при котором происходит ее разрушение, личиночные покровы истончаются и рвутся даже при небольшом механическом воздействии, это сопровождается выделением гемолимфы.

Вирусные заболевания типа полиэдрозов и гранулезов присущи только насекомым. Каждый вид насекомого имеет свой собственный специфичный видовой вирус. Например *Lymantria dispar multiple nucleopolyhedrovirus* — специфичен только непарному шелкопряду. Поэтому препараты на основе ВЯП НШ являются перспективными при защите лесных массивов от данного вида вредителей [7].

1.4 Непарный шелкопряд

Непарный шелкопряд, он же непарник (лат. *Lymantria dispar L*) — бабочка из семейства волнянок, широко распространенная в Европе, Азии и Северной Америке. В России ареал непарников захватывает европейскую часть страны вплоть до северной границы произрастания дуба, Крым, Кавказ, мелколиственные леса и лесостепи Сибири, Алтай, Саяны, Приамурье, Приморье и Сахалин [8]. Характеристики насекомого представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики шелкопряда непарного

Характеристика	Значение
Яйца:	
1. Цвет	От темно- до светло-коричневой
2. Форма	Гладкие, округлые, слегка приплюснутые сверху

3. Зимовка	Выше границы снежного покрова и подвергается воздействию низких температур, что не приводит к их гибели
4. Температура выхода гусениц	4–16 °С

Продолжение таблицы 3.

Характеристика	Значение
Гусеницы:	
1. Покров	Волосистый
2. Цвет	Светло-желтый, по мере роста темнеет, голова матово-черная, на спине три тонкие продольные полосы и 6 продольных рядов бородавок
3. Количество ног	8 пар
4. Наличие аэрофор	Имеются
5. Время питания	2-2,5 месяца
6. Ротовой аппарат	Грызущий
Куколки:	
1. Окрас	Темно-коричневый или матово-черный окрас
2. Покров	Редкие пучки недлинных бурых или рыжих волосков
3. Размер	От 1,8 до 3,7 см
Бабочки - самки:	
1.Размер	
2. Размах крыльев	4-6 см
3. Окрас крыльев	Белый, обычно с коричневым или серым оттенком. На первой паре крыльев рисунок в виде четырех поперечных зигзагообразных полос. На бахrome передних и задних крыльев — черные пятна.
4. Ротовой аппарат	Не имеет
5. Брюшко	Толстое, желтоватое, на конце подушечка из коричневых или желто-коричневых волосков
6. Усики	Черные, слегка гребенчатые
Бабочки-самцы:	
1.Размер	
2. Размах крыльев	3-5 см
3. Окрас крыльев	Бурый, серовато-коричневый или желтый. На передней паре крыльев четыре поперечные зигзагообразные полосы, задняя пара светлее передней и имеет более темный внешний край. На бахrome крыльев темно-бурые пятна.
4. Ротовой аппарат	Не имеет
5. Брюшко	Коническое, не слишком толстое

Благодаря аэрофорам молодые гусеницы могут переноситься по ветру на большие расстояния. Это позволяет им сразу после выхода из яиц перемещаться на большие расстояния, заселяя места с обилием корма и захватывая большие площади.

Гусеницы выходят из яиц при среднесуточной температуре воздуха 4–16 °С, обычно их появление совпадает по времени с началом роста на кормовых породах деревьев листьев и хвои. Гусеницы активно питаются в течение 2–2,5 месяцев, после чего собираются на стволах, ветвях, в кронах деревьев и кустарников и окукливаются.

Самцы и самки непарного шелкопряда сильно отличаются как по форме, так и по окраске. Именно эта особенность насекомого дала название виду. Бабочки непарного шелкопряда выходят из куколок в июле и августе, сначала самцы, чуть позже — самки. Они летают по вечерам низко над землей, находят партнеров и спариваются.

Бабочка непарного шелкопряда не имеет ротового аппарата и не питается совсем, а гусеницы являются обширными полифагами. В разных областях обитания непарник связан с различными породами деревьев и кустарников.

Основными кормовыми объектами для гусениц служат:

- в Европе, на Кавказе и на Дальнем Востоке — различные виды дуба;
- в горных лесах Кавказа, Крыма и Карпат — граб и бук;
- в лесостепях и мелколиственных лесах Сибири — береза и осина;
- в горных лесах Урала и Саян — различные виды лиственниц;
- в горах Алтайского края — лиственница, пихта, сосна и кедр;
- в горах средней Азии — пихта, ель, груша и клен.

Гусеницы, недавно вышедшие из яиц, кормятся в основном в светлое время суток, при этом они совершают миграции в пределах кроны. Гусеницы

старшего возраста питаются преимущественно ночью, особенно в устойчивую теплую погоду.

Непарный шелкопряд относится к типичным лесным вредителям. Гусеницы непарника сильно объедают листву растений и наносят значительный урон не только дикорастущим деревьям и кустарникам, но также садам и посевам плодовых культур. Для непарного шелкопряда характерны периодически происходящие вспышки массового размножения, во время которых гусеницы расселяются на значительных площадях. Эти вспышки часто носят затяжной характер. В годы массового размножения непарника его гусеницы могут полностью оголять лесные массивы и посадки плодовых деревьев, выедая листву подчистую. Это нередко приводит к высыханию деревьев.

Наиболее эффективным средством борьбы с данным видом вредителей является обработка различного вида инсектицидами, в том числе и вирусными препаратами на основе бакуловирусов. В регионах обитания непарного шелкопряда следует осуществлять тщательный контроль численности его популяции. Это помогает правильно организовать плановую работу по сдерживанию роста количества непарника, а также позволяет прогнозировать и предотвращать вспышки его массового размножения.

1.5 Производство вирусных препаратов

Вирусы могут репродуцироваться только в живых клетках организма хозяина, что определяет и способы их массового получения при создании вирусных препаратов. Существует несколько принципиальных возможностей накопления вирусной массы [9]:

- Заражение хозяина и последующая очистка инфекционного материала;

- Культивирование и заражение клеток, чувствительных к тому или иному вирусу *in vitro*;
- Использование изолированных органов животных;
- Конструирование бесклеточных систем.

В настоящее время в производственных условиях при получении вирусных препаратов для защиты растений от вредителей реализуется преимущественно первая из названных возможностей. При этом особую роль играет техника массового размножения насекомых. Выращивание насекомых на искусственных питательных средах в промышленных инсектариях позволяет в принципе решать задачу производства вирусных препаратов для большинства насекомых — хозяев энтомопатогенных вирусов. Принципиальная схема производства препаративной формы вирусного препарата представлена на рисунке 1.

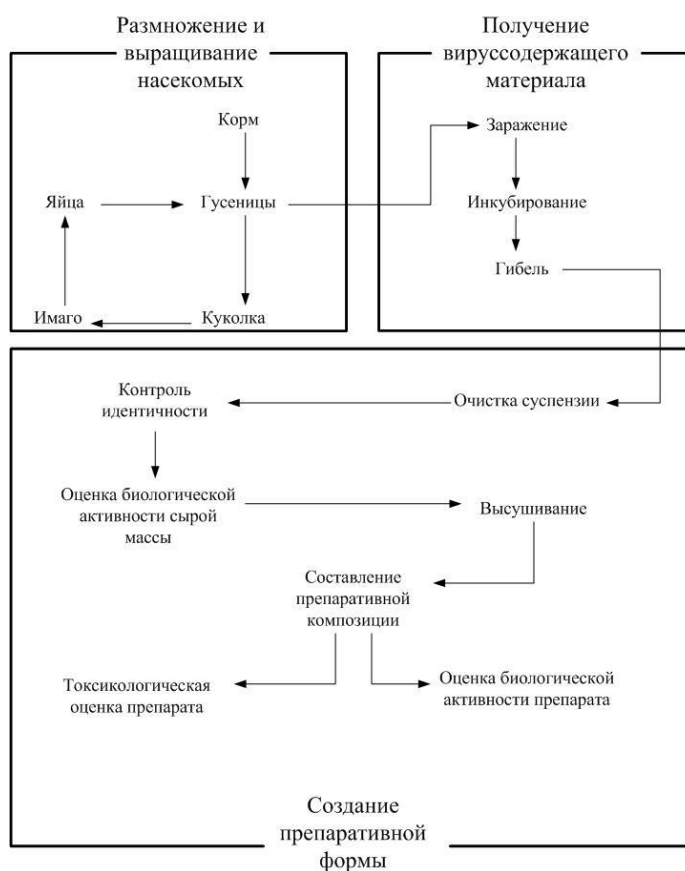


Рисунок 1 - Принципиальная схема производства препаративной формы вирусного препарата.

Проблемы, возникающие при получении вирусных препаратов на насекомых, связаны с оптимальными условиями заражения личинок, включая их возраст, условия температуры и влажности, благоприятный режим питания и т. д. Эти факторы существенно влияют на интенсивность развития вирусной инфекции, и от них зависит количественный выход инфекционного материала.

Важным моментом в ходе производства вирусного препарата является иммунологический контроль идентичности полученного вируса исходному производственному штамму, так как в популяциях насекомых нередко активируются латентные формы вирусов и патологический материал может содержать не исходный, а случайный штамм.

Очистку вирусосодержащего патологического материала и его концентрирование проводят чаще центрифугированием. Кроме центрифугирования возможно использование распылительной сушки вирусных суспензий с лактозой, глицерином и некоторыми другими веществам при температурах 130°C и выше. Вирусные препараты изготавливают в жидкой форме, где в качестве наполнителя используют глицерин, и в виде сухой формы с метилцеллюлозой или другими веществами.

1.6 Особенности культивирования насекомых

Как уже было сказано выше, размножение вируса возможно только в живых клетках хозяина. Данный фактор обуславливает специфичные особенности производства препаратов против насекомых, в основе которых лежит данный тип биологических агентов [10].

Использование культур живых клеток в нашей стране не приобрело популярности, в отличии от использования целого насекомого, что делает инсектарий главным блоком при наработке препарата. В силу специфики лабораторного культивирования снижается влияние основных популяционных факторов (рождаемость, смертность, иммиграция, эмиграция) на насекомых. На первый план выходят физические параметры окружающей

среды, которые и варьируются для достижения оптимального результата культивирования.

Важным моментом при выращивании насекомых в лабораторных условиях является создание так называемого экологического оптимума (определенное сочетание, которое характерно для каждой конкретной популяции) экологически пессимальных и экологически оптимальных факторов, и основным творцом эволюции и движущим началом считаются пессимальные факторы, в то время как оптимальные факторы сводятся формированию достаточного потенциала популяции и отдельной ее особи, т. е. их необходимой жизнеспособности, которая сможет обеспечить возможность эволюционного действия пессимальных факторов [11].

При создании такого оптимума в замкнутой биотехнической экосистеме происходит достаточная стабилизация культуры, которая нарушается лишь временным дрейфом и неконтролируемыми факторами. К неконтролируемым факторам относятся технические факторы и ошибки экспериментатора, обусловленные с недостаточностью знаний о виде, а также с ограничениями, накладываемыми техническими возможностями. Данные факторы могут являться главной причиной изменения качества культур. В зоне экологического оптимума закрытой экосистемы отсутствует селектирующее действие экстремальных факторов, что изменяет стабилизирующий отбор и позволяет выживать и участвовать в процессе размножения ослабленным особям [9].

К физическим факторам окружающей среды, которые оказывают влияние на культивируемую популяцию насекомых относятся:

- Температура и влажность воздуха

Температура тела насекомого имеет прямую зависимость от температуры окружающей среды, которая определяет поведенческие реакции, размеры тела, плодовитость, продолжительность жизни, темпы онтогенеза и интенсивность

обмена веществ. Действие температуры также неотделимо от влажности воздуха. Вместе они оказывают прямое (гибель организма при отклонении от оптимума) и косвенное (через корм) влияние на популяцию.

- Освещение

В природе свет оказывает прямое (продолжительность развития, плодовитость потомства, поведение) и косвенное (путем влияния на качество корма) влияние на насекомых. В условиях неприродного (промышленного или лабораторного) разведения световой фактор действует сильнее, чем в природе. Это связано с тем, что в искусственных условиях могут быть ограничены приспособительные реакции насекомых. Свет косвенно может проявлять частичное подавление патогенных микроорганизмов. В лабораторных и производственных условиях длина светового дня легко может регулироваться, однако изменение спектрального состава света и интенсивности освещения в течение суток вызывают значительные трудности. А это может быть специфическими потребностями вида. Часто данный фактор диспропорционален с возрастными потребностями вида и с изменением суточных температур. Это может приводить к нарушению диапаузы, нежелательным эндокринным процессам, а так же дестабилизации жизнеспособности и продуктивности популяции.

- Аэрация

При искусственном разведении насекомых отсутствует существенное значение влияния ветра, однако искусственная аэрация может улучшать газообмен (выводя углекислый и другие газы), что будет ускорять испарение ненужной влаги, тем самым улучшая санитарные условия содержания насекомых. Но в то же

время излишнее вентилирование может пагубно влиять на яйца некоторых видов насекомых, приводя к их высушиванию и гибели. Также отрицательным может быть высушивание пищевого субстрата, что ухудшит его поедаемость и отрицательно скажется на жизнеспособности культуры.

- Фактор непрерывного развития

Большинство программ разведения насекомых связаны с получением максимального количества особей с заданными свойствами в наименьший срок и при минимальных затратах. Часто экономика превалирует над биологией, в результате чего культура насекомых теряет жизнеспособность, происходит изменение поведенческих реакций особей, и это может сделать ее непригодной для реализации в дальнейшем.

- Плотность популяции

Жизнеспособность и продуктивность особей, их физиологическое состояние, внутривидовые и биоценозные взаимоотношения во многом определяются плотностью популяции. При искусственном разведении исключаются многие природные условия влияния на плотность популяции. Но соответствующие поведенческие особенности, связанные с этими явлениями, остаются. Поэтому культура насекомых при разведении становится весьма чувствительна к повышению плотности.

- Взаимодействие с другими организмами

Насекомые – неотъемлемая часть природного мира и связаны многими межвидовыми взаимоотношениями. Хищники, паразиты, микроорганизмы существенно влияют на численность популяции. Это влияние весьма разнообразно и связано с биоценозной плотностью популяции. Но при правильном

искусственном разведении роль этого влияния на численность культуры сводиться на нет, если не предусмотрено обратного. Однако роль патогенной микрофлоры возрастает при разведении, и чем больше плотность, тем больше влияние. Это связано с тем, что большая плотность несет увеличение частоты контактов между насекомыми и увеличивает возможность передачи инфекции, а снижение жизнеспособности делает благоприятным возникновение массовых болезней и активации латентных инфекций.

- Питание

Кормовой фактор оказывает на динамику численности насекомых как модифицирующее (независящее от плотности популяции), так и регулирующее (зависящее от плотности популяций) влияние. Численность насекомых регулируется биоценозом через три уровня. Это выражается в ухудшении набора кормовых растений (биоценотический уровень), в снижении доступности пищи (уровень популяции) и в изменении пищевой ценности растений после повреждения (уровень особи). Модифицирующее же влияние корма проявляется при ухудшении кормового фактора по причинам независящим от насекомого. В лабораторных и промышленных условиях роль корма имеет ряд изменений. Это связано с тем, что на первый план выходит адаптация особей к новому корму, так как при разведении используют искусственные питательные среды или естественные пищевые субстраты, как заменители основного кормового растения.

1.7 Искусственные питательные среды

Одним из самых главных условий успешного культивирования насекомых является правильный выбор пищевого субстрата, обеспечивающего физиологические потребности вида. Сегодня существуют два подхода к решению этой проблемы – использование естественных пищевых субстратов – заменителей основного кормового растения (в том числе использование культуры тканей листа) и введение в процесс культивирования искусственных питательных сред различного состава [12].

Насекомые, как и любые другие живые организмы, имеют определенные потребности в питательных веществах. В ходе различных исследований, проводимых на протяжении длительного периода времени, была разработана классическая схема питательных сред для насекомых. Данная схема представлена в таблице 4 [9].

Таблица 4 – Классическая схема питательных сред для насекомых.

Естественный кормовой субстрат	Искусственная питательная среда	
	Категория компонента	Вещество
Растительный материал	Обогатители	Белки и аминокислоты
Вода		Липиды
		Углеводы
		Витамины
	Стимуляторы	Фагостимуляторы
		Биостимуляторы
	Добавки	Инертные вещества
		Микробиологические добавки
	Стерилизаторы	Ингибиторы плесени

Как видно из таблицы 4, использование естественных кормовых субстратов является более доступной в изготовлении, но ИПС имеет больший

вариативный компонент, использование которого позволит в краткие сроки судить о влиянии определенного вещества на физиологические свойства насекомых. Что же касается экономической составляющей, то при массовом культивировании некоторых насекомых, в том числе и объекта данного исследования – непарного шелкопряда – затруднительно использование естественных субстратов в силу их ограниченности.

При разработке оптимального состава искусственной питательной среды при культивировании непарного шелкопряда для получения препаративной формы вирусного препарата перед исследователями стоят следующие проблемы:

- Нарботка гусеницами оптимальной жировой массы;
- Наиболее быстрое достижение целевого возраста гусеницами;
- Легкая подверженность заражению;
- Наиболее простой состав.

В научной литературе представлено достаточно составов, которые позволяют наработать оптимальную жировую массу. Однако для рентабельного производства инсектицидного вирусного препарата необходимо решение всех поставленных проблем. Наиболее популярные варианты искусственных питательных сред представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Составы искусственных питательных сред

Обозначение среды	Состав среды	Достижение гусеницами целевого возраста при культивировании на среде

Среда №1 [13]	Среда 1.1 – для гусениц 1 и 2 возрастов Фасолевая мука Агар Кормовые дрожжи 4 М гидроксид калия Сахароза Фильтровальная бумага 40% йодный раствор формалина Калий двузамещенный фосфорнокислый Аскорбиновая кислота Метабен Вода дистиллированная Среда 1.2 – для гусениц старших возрастов Свекольный жом Дрожжи пивные Солодовые ростки Казеин Премикс для птиц Сахароза Агар Мука фасолевая 40% йодный раствор формалина Калий двузамещенный фосфорнокислый Аскорбиновая кислота Метабен Масло льняное Холин хлорид Фолиевая кислота Вода	30-40 дней
Среда №2 [14]	Фасолевая мука Свекольный жом Дрожжи кормовые Солодовые ростки Глюкоза Агар Калий двузамещенный фосфорнокислый	30-40 дней

Продолжение таблицы 5.

Обозначение среды	Состав среды	Достижение гусеницами целевого возраста при культивировании на среде
	10% раствор формалина Аскорбиновая кислота Метабен Масло льняное	

	Холин хлорид Премикс для птиц Вода	
Среда №3 [15]	Агар Набухшие семена бобовых Отруби пшеничные Пивные дрожжи Сахароза Метабен Тетрациклин Формалин Калий двузамещенный фосфорнокислый Водный раствор витаминов В1, В2, В12 и биотина Льняное масло Вода дистиллированная	30-40 дней
Среда №4 [16]	Вода дистиллированная Казеин, свободный от витаминов 4 М гидроксид калия Сахароза Фруктоза Зародыши пшеницы Холина хлорид Формальдегид Метилпарагидроксibenзоат Агар Аэромицин 55% линолевая кислота Аскорбиновая кислота Витаминный раствор (вода, никотиновая кислота, пантотенат кальция, рибофлавин, тиамин гидрохлорид, пиридоксаль гидрохлорид, фолиевая кислота, биотин, витамин В-12)	30-40 дней
Среда №5 [17]	Мука кукурузная Мука соевая Дрожжи кормовые Агар Метабен	30-40 дней
Обозначение среды	Состав среды	Достижение гусеницами целевого возраста при культивировании на среде
	Аскорбиновая кислота 96% этиловый спирт Вода дистиллированная 50% уксусная кислота Льняное масло	

Как видно из таблицы 5 все варианты составов ИПС содержат большое количество дорогостоящих, а в некоторых случаях и токсичных компонентов. Кроме того, время развития гусениц на данных средах является достаточно длительным, что делает их ресурсо- и энергозатратными. Что говорит о том, что они не позволяют решить поставленные проблемы.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Технические характеристики оборудования

Дистиллятор настольный GFL 2001/4

Предназначен для дистилляции воды в лабораторных условиях.

Технические характеристики:

Производительность дистиллятора	4 л/ч
Проводимость дистиллята (качество дистиллята зависит от качества исходной воды.)	прибл. 2.3 мкСм/см при 25 °С
Потребление охлаждающей воды	прибл. 40 л/ч
Мин. давление воды	1-2 бар
Размеры дистиллятора, внешние (Ш х Г х В)	280 x 250 x 490 мм
Вес нетто	прибл. 7.5 кг
Электропитание	230 В/50...60 Гц, 2.0 кВт

Весы лабораторные CASC UW-4200H

Предназначены для отвешивания сыпучих компонентов при приготовлении ИПС.

Технические характеристики:

Наименьший предел взвешивания, г	0,5
Наибольший предел взвешивания, г	4200
Цена поверочного деления, г	0,1
Дискретность отсчета, г	0,01
Нелинейность, г, не более	0,01
Повторяемость, г, не более	0,008
Тип измерения	Электромагнитная компенсация
Диапазон рабочих температур, °С	10 ~ 30
Время стабилизации, сек, не более	0,7 ~ 1,2
Размеры платформы, мм	108x105
Габаритные размеры, мм	190x317x78
Масса, кг, не более	3,4
Питание	От сети 220 В/ 50 Гц, от выносного автономного источника напряжением 12В (по дополнительному заказу)

Предназначена для расплавления агара при приготовлении ИПС.

Технические характеристики:

Число рабочих мест	4	
Максимальный диаметр отверстия одного места (мм)	110	
Размеры, мм	Ёмкость	6100 x 160 x 160
	Внешние	720 x 245 x 275
Наполнитель	вода	
Объём ёмкости, л	15	
Температура нагрева, 0С	комнатная +5 - +100	
Мощность, Вт	1400	
Точность установки температуры, 0С	±0.2	
Неравномерность, 0С	±1.0	
Материал корпуса	Сталь, покрытая порошковой краской	
Материал рабочей ёмкости	Нержавеющая сталь	
Контроллер	Цифровой контроллер (Digital Fuzzy Controller)	
Дисплей	Цифровой ЖК-дисплей с подсветкой	
Крышка	Плоская наборная крышка из нержавеющей стали	

Ламинарный шкаф для стерильных работ с вертикальным потоком воздуха (1 класс биологической безопасности) серии «Клиника – 573».

Предназначен для проведения стерильных работ.

Технические характеристики:

- Канальный вентилятор KV 250 L Kanalflokt

Уровень звукового давления 3 м, дБ (А)	46
Наибольшее давление воздуха, Па	480
Потребляемый ток, А	0,84
Потребляемая мощность, Вт	180
Частота вращения, об/мин	2645
Наибольший расход воздуха, м ³ /час	1005

- ***Фильтры тонкой очистки воздуха типа ФТОВ НЕРА Н-***

13

Эффективность очистки по частицам 0,3 мкм	99,95-99,9995 %	
Класс фильтра по ГОСТ Р 51251-99	Н-13	
Соппротивление	Начальное	140

	Конечное	420
Производительность м ³ /час		20-4000

2.2 Объект исследования

Гусеницы непарного шелкопряда (Lymantria dispar L). В качестве объекта исследования в работе использовались гусеницы непарного шелкопряда, культивируемые на базе инсектария сектора бакуловирусных исследований отдела биофизики и экологических исследований ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Грена НШ была собрана во второй декаде октября 2015 - 2016 гг. в очаге массового размножения насекомых в Ордынском районе Новосибирской области.

2.3 Характеристики исходных веществ и материалов

Таблица 6 – Исходные вещества и их характеристики

Название вещества	Квалификация	Брутто формула	Внешний вид	М, г/моль	Т пл., °С	ρ, г/см ³	Т кип., °С
1	2	4	3	5	7	6	8
Пероксид водорода	Х.ч.	H ₂ O ₂	Прозрачная жидкость	34,01	-0,432	1,4	150,2
Спирт этиловый	Х.ч.	C ₂ H ₅ OH	Бесцветная жидкость	46	-117	0,789	78
Кислота бензойная	Х.ч.	C ₆ H ₅ COO H	Кристаллическое вещество белого цвета	122,12	122,4	1,32	249,2
Кислота аскорбиновая	Х.ч.	C ₆ H ₈ O ₆	Кристаллическое вещество белого цвета с характерным блеском	176,12	190	1,65	553
Агар-агар	-	-	Желтовато-белый порошок	-	-	-	-
Хлорамин	Х.ч.	NH ₂ Cl	Кристаллический	51,48	-66		

			порошок белого цвета				
--	--	--	-------------------------	--	--	--	--

2.4 Питательные среды

В работе использовались три искусственные питательные среды различного состава для культивирования гусениц непарного шелкопряда. Качественные составы сред представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Качественные составы ИПС, используемых в работе

Кукурузная ИПС	Гороховая ИПС	Чечевичная ИПС
Мука кукурузная	Бобы гороха	Бобы чечевицы
Мука соевая	Бобы фасоли	Мука ржаная
Аскорбиновая кислота	Мука рисовая	Мука гречневая
Дрожжи кормовые	Крупа манная	
	Комплекс витаминов и минералов	
10% спиртовой растров бензойной кислоты		
Агар-агар		
Вода дистиллированная		

Характеристики компонентов ИПС представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики компонентов питательных сред.

Наименование вещества	Внешний вид	Энергетическая ценность на 100 г	Категория компонента
Мука кукурузная	Порошок желтого – желто-оранжевого цвета	Калории 370 Жиры 1,8 Углеводы 79 Белки 7	Обогатитель
Мука соевая	Порошок бледно-желтого цвета	Калории 291 Жиры 1 Углеводы 21,7 Белки 48,9	Обогатитель
Мука ржаная	Порошок светло-коричневого цвета	Калории 349 Жиры 1,5 Углеводы 75	Обогатитель

		Белки 11	
Мука гречневая	Порошок светло-коричневого цвета	Калории 353 Жиры 1,2 Углеводы 71,9 Белки 13,6	Обогатитель

Продолжение таблицы 8.

Наименование вещества	Внешний вид	Энергетическая ценность на 100 г	Категория компонента
Мука рисовая	Порошок белого цвета	Калории 366 Жиры 1,4 Углеводы 80 Белки 6	Обогатитель
Бобы чечевицы	Сплюснутые, с почти острым краем, зеленовато-бурого цвета	Калории 297 Жиры 1,9 Углеводы 48,8 Белки 24,3	Обогатитель
Бобы гороха	Сферические, желтого цвета	Калории 81 Жиры 0,4 Углеводы 14,5 Белки 0,4	Обогатитель
Бобы фасоли	Овальные, белого цвета	Калории 102 Жиры 0,5 Углеводы 21,5 Белки 7,8	Обогатитель
Крупа манная	Крупнозернистый порошок белого или кремового цвета	Калории 360 Жиры 1,1 Углеводы 73 Белки 13	Обогатитель
Дрожжи кормовые	Порошок желто-оранжевого цвета с характерным запахом	Калории 75 Жиры 2,7 Углеводы 0 Белки 12,7	Обогатитель
Спирт этиловый 96%	Бесцветная жидкость	-	Стерилизатор
Бензойная кислота	Кристаллическое вещество белого цвета	-	Консервант
Аскорбиновая кислота	Кристаллическое вещество белого цвета с характерным блеском	-	Стимулятор
Агар-агар	Желтовато-белый порошок	-	Инертная добавка
Витаминный комплекс	-	-	Стимулятор

Приготовление питательных сред начинали с приготовления агара. Для этого отвешивали в емкость на 500 мл около 15 г агара, приливали к нему 350 мл дистиллированной воды и расплавляли на водяной бане. После этого

отдельно отвешивали и перемешивали между собой мучные компоненты в емкости вместимостью 500 мл согласно рецептуре. После остывания агара компоненты подвергались смешиванию по рецептуре. Перемешивали смесь с помощью гомогенизатора при 4000 об/мин. На последнем этапе приливали 10 мл 10% спиртового раствора бензойной кислоты в качестве консерванта. После гомогенизации среда разливалась по чашкам Петри. Стерилизацию осуществляли УФО.

2.5 Нарботка гусениц

Кладки яиц НШ были собраны в октябре 2015-2016 гг. в Новосибирской области в местах массового размножения данного вида насекомых. Поверхностная стерилизация кладок проводилась 5% перекисью водорода.

Активацию яиц проводили при 24^oC в промышленных термостатах. В общей сложности на один эксперимент активировалось около 1000 яиц. После выхода гусениц проводилось групповое культивирование гусениц. Оно возможно за счет отсутствия у гусениц непарного шелкопряда каннибализма. В чашки Петри с ИПС трех видов рассаживали гусениц и содержали в термостате при 24 °C и относительной влажности 40 %. Каждые вторые сутки проводился учет личиночных стадий и замена чашки Петри с соответствующей ИПС. В среднем через 10 суток проводился численный контроль личиночных стадий и все гусеницы, достигшие 3 возраста передавались на заражение.

2.6 Заражение

Из наработанной массы гусениц 3 возраста были сформированы 4 исследуемые группы – 3 в соответствии с использованным для культивирования кормом и 1 контрольная. Для заражения использовали суспензию ВЯП НШ (титр - $1,63 \times 10^9$ пэ/мл) в разведении 10-1.

Для опытных групп (С-1, С-2, С-3) на ИПС в каждой чашке с помощью пипетки равномерно наносили по 100 мкл вирусной суспензии, для контрольной группы использовали дистиллированную воду (также по 100 мкл на 1 чашку). Оставляли открытыми на несколько минут, чтобы суспензии впитались. Рассаживали гусениц по 10 штук в каждую чашку. Гусеницы, рассаженные по соответствующим инфицированным средам, с момента отрождения до заражения содержались на этих же средах. Гусеницы культивировались при комнатной температуре. Ежедневно велся учет погибших гусениц.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной работе разрабатывается проект создания оптимальной искусственной питательной среды для культивирования гусениц непарного шелкопряда.

Загрязнение окружающей среды является одной из наиболее актуальных проблем современного мира. Человек в своей хозяйственной деятельности наносит природе непоправимый урон. Одними из наиболее неблагоприятных источников загрязнения являются химические пестициды. Поэтому поиск альтернативных методов борьбы с вредителями лесного и сельского хозяйства не теряют своей актуальности.

В обширном комплексе энтомопатогенных микроорганизмов одно из важных мест занимают бакуловирусы. Производство биопрепаратов на основе бакуловирусов возможно при использовании лабораторных популяций насекомых. Следовательно, важным звеном в наработке данных биопрепаратов является культивирование насекомых в лаборатории.

Одним из главных условий успешного выращивания насекомых является правильный подбор искусственной питательной среды, которая сможет удовлетворять всем особенностям конкретного насекомого. Если искусственная питательная среда подобрана корректно, насекомые будут быстрее достигать целевого возраста, что снизит объем трудозатрат, также будут правильно формироваться клетки жирового тела, что позволит получить большую вирусную массу.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов данного научного исследования являются научно-исследовательские и производственные лаборатории, работа которых направлена на изучение насекомых. Кроме того, непосредственно само исследование входит в рамки работы по созданию энтомопатогенного препарата на основе вируса ядерного полиэдроза, что делает потенциальным потребителем и компании по производству биологических инсектицидов.

Важным конкурентоспособным преимуществом данной научно-исследовательской разработки является значительное сокращение времени культивирования насекомых в инсектарии, что оказывает прямое влияние на сокращение стоимости разработок и препаратов, которые будут иметь в своей основе данную технологию.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения проводился сравнением эффективности научной разработки с препаратом ВЯП НШ производства Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор» (ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора). Оценочная карта конкурентных решений представлена в таблице 12.

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

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Скорость достижения целевого возраста	0,2	5	1	1	0,2
2. Чувствительность к ВЯП НШ	0,15	5	5	0,75	0,75
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	2	0,25	0,1
4. Экономичность	0,05	5	3	0,25	0,15
5. Надежность	0,05	5	5	0,25	0,25
6. Безопасность	0,02	5	5	0,1	0,1
7. Экологичность	0,03	5	5	0,15	0,15
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	0,25	0,15
9. Возможность внедрения в промышленность	0,05	5	5	0,25	0,25
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	5	3	0,15	0,09
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	1	0,06	0,02
3. Цена	0,1	5	3	0,5	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	0,25	0,25
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	3	0,3	0,3
Итого	1			4,61	3,16

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (3)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Конкурентоспособность научной разработки заметно выше данного показателя у конкурента. Это становится возможным за счет увеличения скорости роста гусениц непарного шелкопряда, а так же удобства эксплуатации, что позволяет значительно снизить время и финансовые затраты на культивирование биологического материала, а следовательно и стоимость производства самого препарата.

4.1.3 Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления. Диаграмма Исикавы, которая описывает одну из наиболее актуальных проблем данного исследования представлена на рисунке 6.

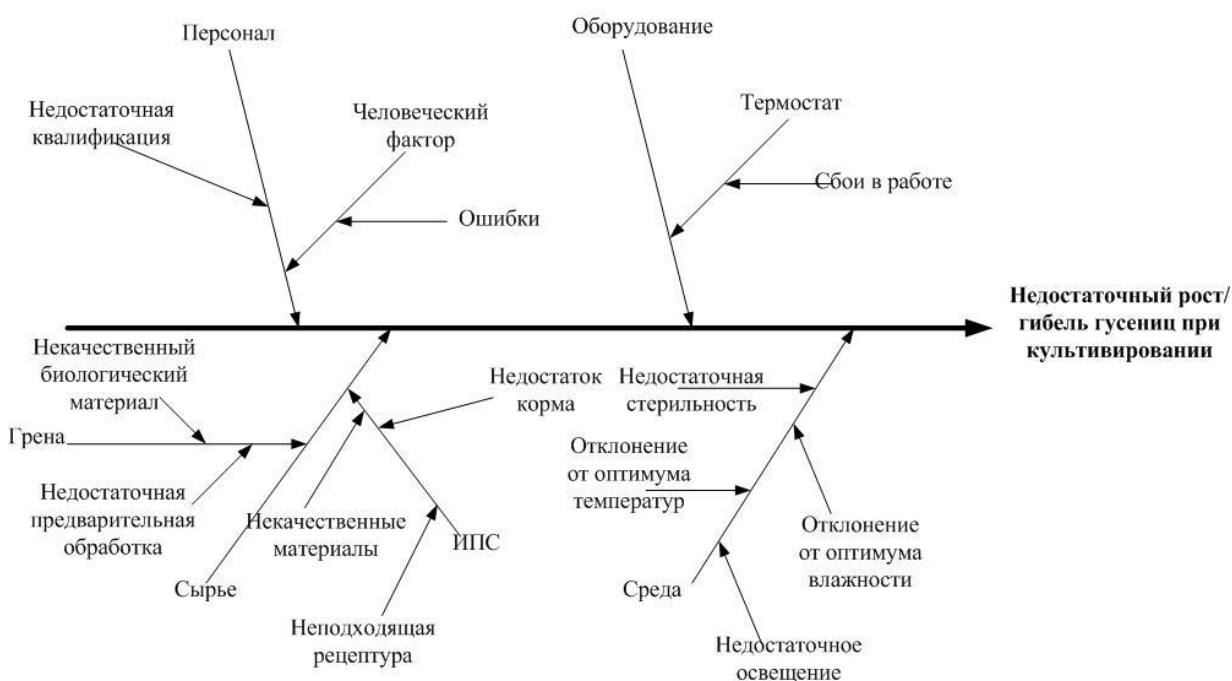


Рисунок 6 – Причинно-следственная диаграмма проблемы недостаточного роста/гибели гусениц непарного шелкопряда при культивировании в рамках описываемой исследовательской работы

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация в науке – это практическое использование научных изысканий и разработок в производстве товаров или предоставлении услуг, с тем, чтобы эти товары или услуги, можно было продать с максимальным коммерческим эффектом. Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 13.

Таблица 13 - Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	4	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	3
13.	Проработаны вопросы финансирования	3	2

	коммерциализации научной разработки		
--	-------------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 13.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	65	52

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \text{ где} \quad (2)$$

$B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Как видно из таблицы показатель $B_{\text{сум}}$ для разработки составляет 65, что говорит о том, что данное исследование может считаться перспективным и может заинтересовать инвесторов в качестве коммерческого проекта. Однако уровень разработчика оставляет 52, что говорит о средней готовности разработчика к коммерциализации. Повысить этот уровень становится возможным при внедрении в команду специалистов в области продвижения подобного рода проектов, либо в повышении собственной квалификации самим разработчиком.

4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (а это, как правило, владелец соответствующих объектов интеллектуальной

собственности), преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить (использовать, вложить) полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания.

При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. На сегодняшний день выделяются следующие методы коммерциализации: торговля патентными лицензиями, передача ноу-хау, инжиниринг, франчайзинг, организация собственного предприятия, передача интеллектуальной собственности, организация совместного предприятия и совместных предприятий.

Проанализировав перечисленные методы коммерциализации, нами был сделан вывод о том, что для данной разработки в наибольшей степени подходят передача интеллектуальной собственности, либо организация совместного предприятия. Первый вариант позволит перевести результаты исследования на коммерческую основу за наиболее короткий срок и с минимальными затратами. Однако второй способ позволит в наибольшей степени контролировать использование результатов исследования, а так же даст возможность в дальнейшем совершенствовать уже внедренную технологию.

4.2 Инициация проекта

Цели и результаты проекта

Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора	Создание основы для коммерческого продукта
Научно-исследовательские лаборатории/инсектарии	Создание технологии более эффективного культивирования насекомых
Общественность	Создание безопасных биологических энтомопатогенных препаратов

Цели проекта представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Цели и результаты проекта

Цели проекта	Установление скорости достижения III возраста непарным шелкопрядом (НШ) при культивировании на ИПС с различным составом
Ожидаемые результаты проекта	Подбор оптимальной ИПС, культивирование на которой позволит сократить время и затраты производства
Критерии приемки результатов проекта	
Требования к результатам проекта	Требование
	Оптимальная скорость роста биологического материала
	Чувствительность к ВЯП
	Экономичность
	Безопасность

Организационная структура проекта

Члены рабочей группы проекта указаны в таблице 16.

Таблица 16 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час

1	Худеева Кристина Александровна, НИ ТПУ, магистрант	Исполнитель проекта	Выполнение основных работ по проекту	63
2	Петрова Татьяна Алексеевна, НИ ТПУ, магистрант	Исполнитель проекта	Выполнение работ, связанных с исследованием влияния ВЯП	63
3	Охлопкова Олеся Викторовна, ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, отдел биофизики и экологических исследований, инженер-исследователь	Руководитель проекта	Реализация проекта в рамках территории ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора	87
4	Чубик Марианна Валериановна, НИ ТПУ, кафедра биотехнологии и органической химии, доцент	Руководитель проекта	Реализация проекта в рамках территории НИ ТПУ	18

Продолжение таблицы 16.

5	Колосов Алексей Владимирович, ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, старший научный сотрудник	Эксперт проекта	Консультант по статистике	5
6	Креницына Зоя Васильевна, НИ ТПУ, кафедра менеджмента, доцент	Эксперт проекта	Консультант раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	2
7	Мезенцева Ирина Леонидовна, кафедра экологии и безопасности	Эксперт проекта	Консультант раздела «Социальная ответственность»	2

	жизнедеятельности, ассистент			
8	Прохорец Елена Константиновна, кафедра иностранных языков ИСГТ, доцент	Эксперт проекта	Консультант по иностранному языку	2
ИТОГО:				242

Ограничения и допущения проекта

Результаты анализа ограничений проекта представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
1. Бюджет проекта	Ограничен объемом денежных средств, предоставленных компанией-заказчиком
1.1 Источник финансирования	ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора
2. Сроки проекта	
2.1 Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2017
2.2 Дата завершения проекта	30.04.2017
3. Ограничения времени работы консультантов проекта	Ограничен календарным планом НИ ТПУ

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта.



Рисунок 7 – Иерархическая структура работ

4.3.2 Контрольные события проекта

Контрольные события проекта указаны в таблице 18.

Таблица 18 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат
1	Составление и утверждение задания	23.07.2016	Получено задание на дипломирование
2	Проведение теоретических расчетов и обоснований	1.09.2016 – 28.01.2017	Составление литературного обзора, создание плана экспериментальных работ
3	Проведение экспериментальных работ	28.01.2017 – 31.05.2017	Получение основного массива эмпирических данных
4	Статистическая обработка и обобщение результатов	1.05.2017 – 31.05.2017	Получение обобщенных результатов
5	Написание пояснительной документации	1.09.2017 – 31.05.2017	Написание магистерской диссертации
6	Защита магистерской диссертации	16.06.2017	Получение степени магистра биотехнологии

4.3.3 План проекта

Календарный план проекта представлен в таблице 19. План-график проекта отражен в таблице 20.

Таблица 19 - Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Разработка задания	2	1.02.2017	2.02.2017	Руководитель
2	Подбор и изучение материалов по теме	28	1.02.2017	28.02.2017	Студент
3	Выбор направления исследования	4	3.03.2017	7.03.2017	Руководитель, студент
4	Календарное планирование	2	3.03.2017	5.03.2017	Руководитель, студент
5	Теоретический расчет и обоснование	13	8.03.2017	21.03.2017	Студент
6	Проведение экспериментов	42	21.03.2017	2.05.2017	Студент
7	Выполнение расчётов и анализ полученных данных	4	2.05.2017	6.05.2017	Студент
8	Обобщение и оценка результатов	2	6.05.2017	8.05.2017	Руководитель, студент
9	Определение целесообразности работы	2	8.05.2017	10.05.2017	Студент
10	Составление пояснительной записки	37	10.05.2017	16.06.2017	Студент

Таблица 20 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнитель и	T_{ki} , кал	Продолжительность выполнения работ				
				фев	март	апрел	Май	июн

			· дн.	р.			Ь			Ь				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составле ние ТЗ	Руководите ль	3		▨									
2	Изучение литерату ры	Дипломник	28			■								
3	Выбор напр. исслед.	Руководите ль, Дипломник	4					▨						
4	Календар н. планир.	Руководите ль, Дипломник	2					▨						
5	Теор. расч. и обоснов.	Дипломник	13						■					
6	Постр. моделей, провед. эксперим.	Дипломник	42							■				
7	Сопост. результ. исслед. с теор.	Руководите ль, Дипломник	4										▨	
8	Оценка эффектив н.	Руководите ль, Дипломник	2										▨	
9	Опред. целесооб р. ОКР	Руководите ль, Дипломник	2										▨	
10	Оформле ние отчета по НИР	Дипломник	37											■

▨ - Руководитель

■ - Дипломник

4.3.4 Бюджет научного исследования

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за
вычетом отходов)*

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по теме. Информация об этих затратах представлена в таблице 21.

Таблица 21 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Мука кукурузная	Упаковка (500 г)	2	47	94
Мука соевая	Упаковка (500 г)	2	75	150
Мука ржаная	Упаковка (1 кг)	1	54	54
Мука гречневая	Упаковка (500 г)	2	55	110
Мука рисовая	Упаковка (1 кг)	1	100	100

Продолжение таблицы 21.

Семена чечевицы	Упаковка (425 г)	2	72	144
Бобы гороха	Упаковка (900 г)	1	25	25
Бобы фасоли	Упаковка (800 г)	1	82	82
Крупа манная	Упаковка (800 г)	1	38	38
Дрожжи кормовые	1 килограмм	1	19	19
Спирт этиловый 96%	Упаковка (5 л)	1	900	900
Бензойная кислота	1 килограмм	1	164	164
Аскорбиновая кислота	1 килограмм	1	262	262
Агар-агар	1 килограмм	3	1600	4800

Витаминный комплекс	Упаковка (60 шт)	1	208	208
Всего за материалы				7150
Транспортно-заготовительные расходы				357,5
Итого по статье С _м				7507,5

Расчёт затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Информация по статье представлена в таблице 22.

Таблица 22 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	Сумма амортизационных отчислений, тыс.руб.
Весы лабораторные CASC UW-4200H	1	59,025	59,025	2,951

Продолжение таблицы 22.

Бокс биологической безопасности 2 класса Streamline SC2-4A1	1	169,050	169,050	8,452
Микроскоп Primostar.	1	74,702	74,702	3,735
Облучатель бактерицидный открытого типа «Сибэст ОБП-6×30-450»	1	10,840	10,840	542
Дистиллятор настольный GFL 2001/4	1	112,034	112,034	5,602

Автоклав Tuttnauer TUT-2540МК	1	216,389	261,389	13,069
Итого			687,040	34,369

Основная заработная плата исполнителей темы

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

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

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

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

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14

Потери рабочего времени		
- отпуск	48	40
- невыходы по болезни	0	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	205

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (12)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

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

Таблица 24 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , Руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2528,97	10,2	25795,5
Дипломник	1314,35	0	0,5	1,3	2562,98	131,28	71,2	9347,14
Итого $Z_{осн}$								35142,64

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (примем равным 0,12).

$$Z_{доп(рук)} = 0,12 \cdot 35142,64 = 4217,12 \text{руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (14)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Принимаем равным 0,271.

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

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	25795,5	3095,46
Студент-дипломник	9347,14	1121,66
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого: 10666,5		

Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (15)$$

$$Z_{\text{накл}} = 5823627 \cdot 0,16 = 9317,8,$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	7507,5

¹Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»

2. Амортизационные отчисления на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	34369
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	35142,64
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4217,12
5. Отчисления во внебюджетные фонды	10666,5
6. Накладные расходы	9317,8
7. Бюджет затрат НИИ	101220, 56

4.3.5 Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная. Нами была выбрана проектная структура, которая представлена на рисунке.

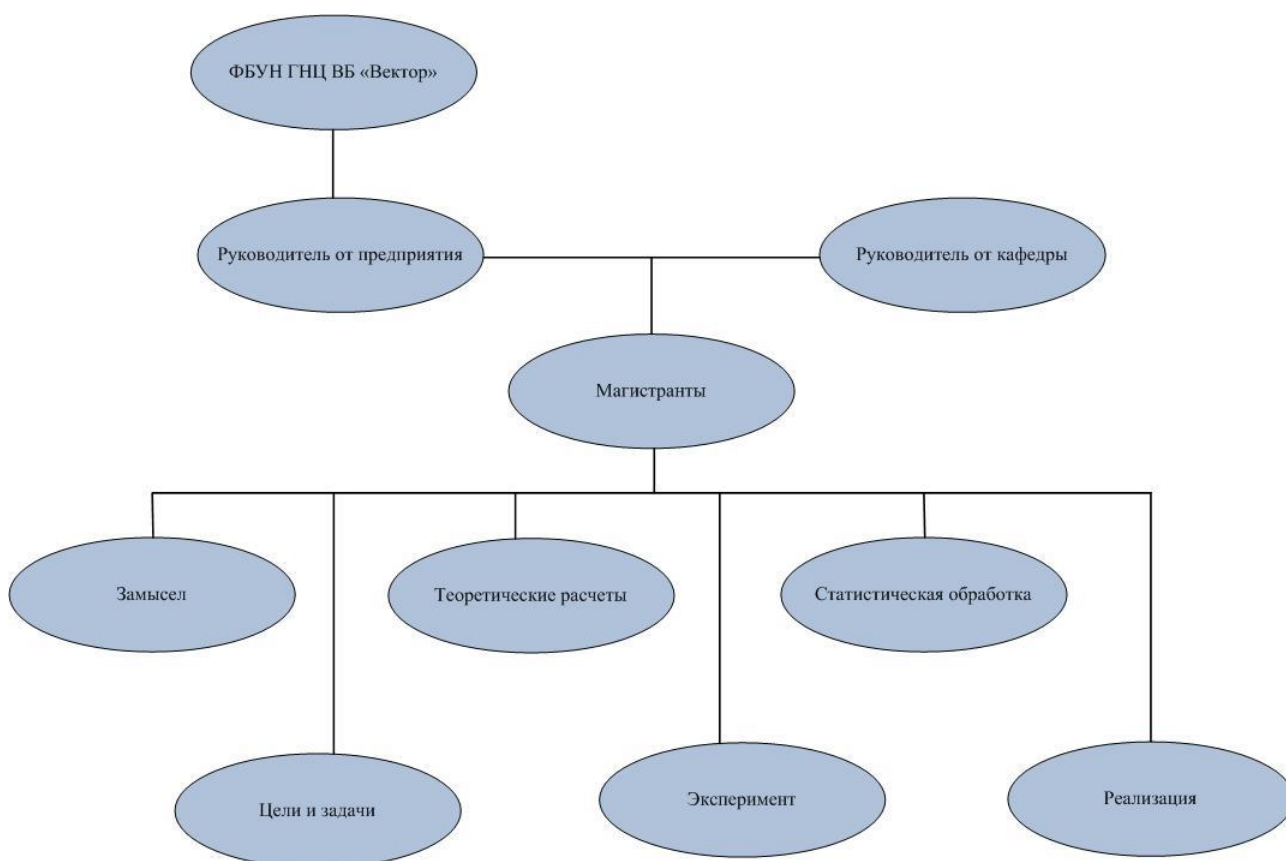


Рисунок 8 – Проектная организационная структура исследования

4.3.6 Матрица ответственности

Матрица ответственности выражена в таблице 27.

Таблица 27 – Матрица ответственности

	Составление и утверждение задания	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение экспериментальных работ	Статистическая обработка и обобщение результатов	Написание пояснительной документации	Защита магистерской диссертации
Худеева Кристина Александровна, исполнитель	И	И	И	И	И, О	И, О
Петрова Татьяна Алексеевна, исполнитель			И	И		
Охлопкова Олеся Викторовна, руководитель	О, У	О	О	О	О	О
Чубик Марианна Валериановна, руководитель	О, У				О	О
Колосов Алексей Владимирович, консультант				У, С		
Креницина Зоя Васильевна, консультант					У, С	
Мезенцева Ирина Леонидовна, консультант					У, С	
Прохорец Елена Константиновна, консультант					У, С	

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

4.3.7 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями представлен в таблице 28.

Таблица 28 – план управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководитель проекта	Еженедельно (каждая пятница)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Участникам проекта	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Ответственное лицо по направлению	Руководителю проекта	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

4.3.8 Реестр рисков проекта

Анализ рисков представлен в качестве реестра рисков в таблице 29.

Таблица 29 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения	Условия наступления риска
1	Поломка оборудования	Невыполнения плана, непредвиденные расходы	3	5	Высокий	Правильная эксплуатация оборудования	Неправильная эксплуатация

Продолжение таблицы 29.

2	Брак в оборудовании	Невыполнение плана по срокам	1	5	Средний	Грамотный подбор поставщиков оборудования	Сотрудничество с непроверенными и поставщиками
3	Отсутствие необходимого оборудования	Невозможность выполнения эксперимента	1	5	Средний	Тщательное планирование и подбор методик	Отсутствие производственных мощностей
4	Контаминация	Загрязнение проб посторонней микрофлорой	4	5	Высокий	Соблюдение правил стерильности	Несоблюдение правил стерильности
5	Истечение срока стерильности материалов	Контаминация проб	3	5	Высокий	Своевременное использование растворов солей и материалов	Использование материалов по истечению срока стерильности. Несоблюдение правил стерильности
6	Прекращение финансирования	Отсутствие материалов	1	5	Средний	Плодотворная деятельность компании-заказчика	Отсутствие финансовой стабильности компании-заказчика
7	Отказ от заказа	Прекращение исследований	1	3	Низкий	Предоставить данные об эффективности разработки	Отсутствие финансовой стабильности компании-заказчика
8	Недобросовестный поставщик	Отсутствие поставок сырья и материалов в срок, некачественная продукция	2	4	Средний	Тщательный выбор поставщика	Плохая проработка возможных поставщиков, отсутствие

							входного контроля
9	Дезорганизация проекта	Отсутствие плана проекта, консультирования	2	5	Высокий	Точное и своевременное планирование, заинтересованность всех участников проекта	Отсутствие интереса к исследованию у руководителя. Отсутствие плана проекта

4.3.9 План управления контрактами и поставками

План закупок проекта представлен в таблице 30.

Таблица 30 – план закупок проекта

№п/п	Закупаемые материалы/услуги	Количество	Поставщик
1	Этиловый спирт	5 л	ОАО «ХимМедСнаб»
2	Бензойная кислота	1 кг	ОАО «ХимМедСнаб»
3	Аскорбиновая кислота	1 кг	ОАО «ХимМедСнаб»

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

4.4.1 Оценка сравнительной 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.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (16)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

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 для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Скорость достижения целевого возраста	0,25	5	4
2. Чувствительность к ВЯП НШ	0,15	5	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,20	4	3
5. Надежность	0,10	5	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	4,65	3,95

Исполнение 1 соответствует варианту использования экспериментальной среды на чечевичных бобах, исполнение 2 – среды-сравнения на кукурузной муке.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad (18)$$

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (19)$$

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,7	3,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,12	0,94

Исходя из полученных расчетов можно говорить о том, что исполнение 1 является наиболее эффективным вариантом решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе разработки данной главы магистерской диссертации были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и эффективности проведения научного исследования. На основе полученных данных важно отметить, что существует большое количество нюансов в рамках исследования, которые могут задержать эксперимент и снизить финансовую эффективность. Отсутствие финансирования и незаинтересованность потенциальных потребителей в разработке является препятствием для дальнейшего ее развития. Однако, в связи с уникальными свойствами разработки (экологичность, простота использования, экономичность и т.д.) у нее есть шансы выйти на российский рынок. Есть необходимость заинтересовать инвесторов, чтобы данная разработка нашла практическое применение в промышленности.

2) Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план, определены контрольные события исследования и ответственные лица. Было выделено 6 основных этапов работы, запланированы 7 контрольных события. Длительность работ составила 102 рабочих и 136 календарных дней.

3) В результате проведенного планирования проекта была произведена оценка рисков, которая является одним из важнейших моментов при реализации проекта. На основе общих рисков исследования можно сделать вывод, что данное исследование не лишено вероятных препятствий. Самым большим риском является загрязнение проб посторонней микрофлорой. Однако на стадии проектирования тот риск был учтен и созданы все условия для стерильной работы.

Данное научное исследование является экономически обоснованным и будет востребован инсектариями, а также научными учреждениями, связанными с разведением насекомых. Данная разработка отличается ресурсоэффективностью, экономичностью и безопасностью. Приблизительная стоимость ресурсов научного исследования, с учетом

использования научно-технического оборудования инсектария ВЦ БВ «Вектор», составляет около 101220, 56 руб. Определение экономической эффективности было рассчитано на основе интегрального показателя.

Для написания данного раздела использовалось учебно-методическое пособие «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина и др., 2014.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Худеева К.А., Охлопкова О.В., Моисеева А.А., Хлистун И.В., Петрова Т.А., Колосов А.В. «БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ БАКУЛОВИРУСОВ» // Сборник тезисов конференции «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии»: 17-я Всероссийская молодежная научная конференция (Москва, 6-7 апреля 2017 г., ФГБНУ ВНИИСБ).