

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

Институт Физико-технический
Направление подготовки 16.04.01 «Техническая физика»
Кафедра Экспериментальная физика

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН

УДК 533.915:631.53.01.001.5

Студентка

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОДМ41	Исемберлинова Асемгуль Асентаевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. лаб. №1	Ремнев Г. Е.	Д.Т.Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Мен. ИСГТ	Черепанова Н.В.	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ПФ ФТИ	Гоголева Т.С.	К. ф. - м. н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экспериментальная физика	Кривобоков В.П.	д. ф - м. н		

Томск – 2016 г.

**Результаты обучения магистров
направления 16.04.01 «Техническая физика»
(профиль «Пучковые и плазменные технологии»)**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Демонстрировать и использовать теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, составляющих основу современной технической физики, вскрывать физическую сущность проблем, возникающих при проектировании и реализации радиационных и плазменных технологий.	Требования ФГОС (ПК-2, 4). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P2	Профессионально эксплуатировать современное научное и технологическое оборудование и приборы в процессе создания и реализации радиационных и плазменных технологий	Требования ФГОС (ПК-1). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Заниматься научно-исследовательской деятельностью в различных отраслях технической физики, связанных с современными радиационными и пучково-плазменными технологиями, критически анализировать современные проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследований, выбирать адекватные методы решения задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 9). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	Самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для прогнозирования результатов воздействия различных радиационных и плазменных потоков на вещество, а также оптимизации параметров радиационных и пучково-плазменных технологий, с использованием современных физико-математических методов, стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств.	Требования ФГОС (ПК-7, 8). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P5	Разрабатывать и оптимизировать современные пучковые и плазменные технологии с учетом экономических и экологических требований, проводить наладку и испытания технологических установок и аналитического оборудования, решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ.	Требования ФГОС (ПК-10, 11, 12). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P6	Участвовать в проектно-конструкторской деятельности, формулировать технические задания, составлять техническую документацию, разрабатывать и использовать средства автоматизации, анализировать	Требования ФГОС (ПК-13, 14). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	варианты проектных, конструкторских и технологических решений, разрабатывать проекты и проектную документацию для создания оборудования, реализующего пучковые и плазменные технологии.	международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P7	Заниматься научно-педагогической деятельностью в области технической физики, участвовать в разработке программ учебных дисциплин, проводить учебные занятия, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся, применять и разрабатывать новые образовательные технологии	Требования ФГОС (ПК-18, 19, 20). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	Заниматься организационно-управленческой деятельностью, владеть приемами и методами работы с персоналом, находить оптимальные решения при реализации технологий и создании продукции, управлять программами освоения новой продукции и технологий.	Требования ФГОС (ПК-15, 16, 17). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Осуществлять научно-инновационную деятельность, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области радиационных и пучково-плазменных технологий, внедрять и коммерциализировать новые наукоемкие технологии, готовить документы по защите интеллектуальной собственности, разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов.	Требования ФГОС (ПК-21, 22, 23, 24). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Универсальные компетенции		
P10	Развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, в течение всей жизни самостоятельно обучаться новым методам исследований, пополнять свои знания в области современной технической физики и смежных наук, расширять и углублять свое научное мировоззрение.	Требования ФГОС (ОК-1, 2, 6). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P11	Активно общаться в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, свободно и грамотно пользоваться русским и иностранными языками как средством делового общения	Требования ФГОС (ОК-3). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P12	Участвовать в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, проявлять инициативу, брать на себя всю полноту ответственности, уметь находить творческие, нестандартные решения профессиональных и социальных задач.	Требования ФГОС (ОК-4, 5, ПК-3). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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

Институт Физико-технический
 Направление подготовки (специальность) 16.04.01 «Техническая физика»
 Кафедра Экспериментальная физика

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Кривобоков

Ю.П.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

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

Студентке:

Группа	ФИО
ОДМ41	Исемберлиновой Асемгуль Асентаевне

Тема работы:

Исследование влияния пучково-плазменной обработки на посевные качества семян
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Установка по формированию объемного самостоятельного разряда в газах атмосферного давления 2. Электронный ускоритель АСТРА-М 3. Посевной материал
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обработка семян различных культур, обработанных в плазме объемного самостоятельного разряда 2. Обработка семян различных культур, обработанных электронным пучком
Перечень графического материала	1. Исследование влияния пучково-плазменной обработки на посевные качества семян 2. Введение 3. Introduction 4. Цель и задачи 5. Преимущества методов 6. Установка для формирования объемного самостоятельного

	разряда
	7. Режимы обработки семян в плазме объемного самостоятельного разряда 8. Методики определения всхожести и энергии прорастания 9. Результаты и обсуждение 10. Схема обработки электронным пучком 11. Электронный ускоритель 12. Расчет поглощенной дозы 13. Режимы обработки семян электронным пучком 14. Микроосеменность поверхности семян 15. Основные положения, выносимые на защиту 16. Заключение

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	доцент каф. Мен. ИСГТ Черепанова Наталья Владимировна
«Социальная ответственность»	ассистент каф. ПФ ФТИ Гоголева Татьяна Сергеевна
По иностранному языку	старший преподаватель каф. ИЯ ФТИ Ермакова Янина Викторовна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение
Объемный самостоятельный разряд
Обработка семян электронным пучком
Экспериментальная часть
Обработка семян в плазме объемного самостоятельного разряда
Схема обработки семян электронным пучком
Высадка семян
Выводы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
зав. лаб. №1	Ремнев Г.Е.	д.т. н., профессор		

Задание приняла к исполнению студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОДМ41	Исембринова Асемгуль Асентаевна		

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

Студентке:

Группа	ФИО
ОДМ41	Исемберлиновой Асемгуль Асентаевне

Институт	ФТИ	Кафедра	Экспериментальной физики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	16.04.01 «Техническая физика»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость сырья и материалов Размер окладов и выплат исполнителям проекта
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Согласно проектной документации
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Разработка устава научно-технического проекта	Планирование работ; построение иерархической структуры ВКР
2. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	График проведения ВКР – диаграмма Ганта
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной и финансовой эффективности

Перечень графического материала:

1. График проведения и бюджет НИИ
2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менедж. ИСГТ	Черепанова Н. В.	к. э. н., доцент		

Задание приняла к исполнению студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОДМ41	Исемберлинова Асемгуль Асентаевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студентке:

Группа	ФИО
ОДМ41	Исемберлиновой Асемгуль Асентаевне

Институт	ФТИ	Кафедра	Экспериментальной физики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	16.04.01 «Техническая физика»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	- вредных проявлений факторов производственной среды (микроклимат, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	- электробезопасность, правила пожарной безопасности, радиационная безопасность, требования охраны труда при работе на ПЭВМ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; (коллективные и индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); - пожаро- взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гоголева Т.С.	к. ф.-м. н.		

Задание приняла к исполнению студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОДМ41	Исемберлинова Асемгуль Асентаевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 121 с., 21рис., 22 табл., 38 источников, 1 прил.

Ключевые слова: электронный пучок ($\bar{e}$ – пучок), плазма объемного самостоятельного разряда (ОСР), посевные качества семян, всхожесть и энергия прорастания семян, микроосемененность.

Объектом исследования являются семена различных культур.

Цель работы – получить данные о влиянии обработки семян различных культур объемным самостоятельным разрядом и обработки электронным пучком на определяющие их урожайность характеристики (всхожесть, энергия прорастания, стойкость к заболеваниям и т. д.).

В ходе выполнения научной работы проводились экспериментальные исследования по определению основных показателей посевных качеств семян. Семена различных культур были обработаны в плазме объемного самостоятельного разряда и электронным пучком.

В результате исследования семена различных культур были обработаны такими методами как: обработка в плазме ОСР и обработка электронным пучком. Было выявлено, что при обработке семян $\bar{e}$ -пучком наблюдается ярко выраженное угнетение микробного роста облучением в диапазоне от 0,4 до 30 Мрад.

Оглавление

Введение	11
Глава 1. Повышение посевных качеств семян различных культур, обработанных различными методами	
1.1 Зараженность семян различными возбудителями инфекций	14
1.2 Десинсекция и дезинфекция семян при их обработке	16
1.3 Радиационные методы обработки	20
1.3.1 Характеристика ионных излучений	20
1.3.2 Биологическое действие ионных излучений	20
1.3.3 Радиационное стимулирование	23
1.3.4 Радиационная стимуляция семян ионизирующими излучениями	27
1.3.5 Методы радиационного облучения семян	29
1.3.5.1 Радионуклидные источники	29
1.3.5.2 Тормозное излучение	31
1.3.5.3 Ускорители электронов	32
1.3.5.4 Влияние обработки электронным пучком на семена	34
1.4 Предпосевная стимуляция семян, их десинсекция и дезинфекция под действием электромагнитных полей сверхвысокой частоты	36
1.5 Обработка семян различными излучениями	40
1.6 Озонирование семян	41
1.7 Обработка семян низкотемпературной плазмой	42
1.8 Тепловая обработка семян	44
Глава 2. Экспериментальное оборудование и методики исследования	48
2.1 Установка для формирования объемного самостоятельно разряда в газах атмосферного давления	48

2.2 Электронный ускоритель АСТРА–М	57
2.3 Методика определения посевных качеств семян	61
2.4 Методика по определению микробной обсемененности поверхности семян	62
Глава 3. Результаты и обсуждение	64
3.1 Обработка семян в плазме объемного самостоятельного разряда	64
3.2 Обработка семян электронным пучком	68
Глава 4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение»	73
4.1 Инициация проекта	74
4.2 Планирование проекта	77
4.3 Бюджет научного исследования	80
Глава 5. Раздел «Социальная ответственность»	89
5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	90
5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих при работе на электронном ускорителе и ПЭВМ	92
5.2.1 Организационные мероприятия	92
5.2.2 Требования к рабочему пространству	93
5.2.3 Общие требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ	96
5.2.4 Радиационная безопасность	97
5.3 Электробезопасность	98
5.4 Пожарная и взрывная безопасность	99
Заключение	102
Список литературных источников	103
Приложение	107

Введение

В настоящее время к основной задаче сельскохозяйственного производства следует отнести повышение посевных качеств семян различных культур с помощью современных технологий. Повышение посевных качеств семян сельскохозяйственных культур является актуальной проблемой, так как урожайность напрямую зависит от качества посевного материала. В свою очередь качество семян влияет на количество производимого продовольствия. Величину урожая определяет запас питательных элементов в семенах. Запас питательных веществ зависит от многих факторов, таких как хранение семян, условия выращивания сельскохозяйственных культур, влияние стимуляторов роста, обогащение удобрениями. На ранних стадиях развития растений на них могут образовываться различные болезни, а также во время хранения огромное влияние могут оказать различные патогены.

К одним из более существенных методов повышения урожайности относится химическая обработка. Протравливание семян химическими препаратами отдельных возбудителей болезней может приводить к их 100% уничтожению, это определяет его преимущество перед другими методами.

Но имеется ряд негативных последствий использования, таких как накопление токсичных веществ в семенах, которые пагубно повлияют на организм человека.

Эффективным решением данных проблем является предпосевная обработка семян физическими методами, которые приводят к повышению всхожести семян и других предпосевных качеств.

Разработаны различные методы предпосевной стимуляции семян. К ним относятся тепловая обработка, лазерное, ультрафиолетовое,

инфракрасное облучения, влияние магнитных, электрических полей, а также обработка ионизирующими излучениями.

Среди этих методов можно выделить обработку семян в плазме и электронную обработку семян. Искусственно созданная плазма по природе воздействия похожа на солнечный свет. В качестве объектов обработки плазмой могут выступать различные биологические организмы. Поэтому обработка органических и неорганических структур потоком плазмы относится к перспективным способам воздействия.

Для эффективного применения процессов обработки используют влияние озона, так как он активизирует многие биохимические процессы в биологических объектах. В итоге повышается урожайность, сроки хранения посевного материала, угнетается микробный рост на поверхности семян.

Определенные дозы радиации несут смертоносное воздействие на бактерии и различные патогены, это используется для дезинсекции и дезинфекции посевного материала, при стерилизации медицинского оборудования, для очистки вод, при консервации продуктов. Плазменная обработка и обработка семян электронным пучком являются экологичными методами, и их использование не приводит к структурным изменениям в растениях.

На данный момент отсутствуют обоснования механизмам воздействия физических методов на биологические объекты, а также отсутствует оборудование в достаточном количестве для обработки семян. Зарубежное оборудование зачастую дорого стоит, также его нецелесообразно использовать из-за различных условий эксплуатации. Поэтому очень важно внедрение высокотехнологичных методов предпосевной стимуляции семян.

Цель работы: получить данные о влиянии обработки семян различных культур плазмой объемного самостоятельным разрядом и электронным пучком на определяющие их урожайность характеристики (всхожесть, энергия прорастания, стойкость к заболеваниям и т. д.).

Задачи:

1. Обработать семена различных культур в плазме объемного самостоятельного разряда и электронным пучком ($\bar{e}$ -пучком);
2. Определить влияние параметров обработки на основные показатели, определяющие урожайность культур, такие как: всхожесть, энергия прорастания, микроосемененность.

Объект исследования – семена различных культур.

Предмет исследования – повышение посевных качеств семян различных культур.

Научные положения, выносимые на защиту:

- 1.Изменение посевных качеств семян яровой пшеницы при обработке семян различных культур в плазме объемного самостоятельного разряда и электронным пучком.
2. Показано, что при обработке семян электронным пучком в диапазоне от 0,4 Мрад и более наблюдается угнетение микробного роста на поверхности семян. При облучении семян в диапазоне выше 2 Мрад семена не всходят. В диапазоне поглощенных доз от 0,4 до 1,2 Мрад семена всходят, но их всхожесть намного хуже, чем у необработанных семян.

Глава 1.Повышение посевных качеств семян различных культур различными методами

1.1 Зараженность семян различными возбудителями инфекций

Важной задачей в настоящее время является сохранение семенного материала. От качества семян зависит будущий урожай. Одной из причин снижения посевных качеств зерна является наличие на его поверхности микроорганизмов. Микроорганизмы могут являться причиной гибели зерна, способствуя его самосогреванию и гниению. Грибы — основная причина порчи семян при хранении. Наиболее распространены на поверхности зерна грибы рода *Alternaria*. Последствиями заражения грибами этого рода являются изменение цвета, щуплость семян, снижение всхожести, корневые гнили. Наиболее опасными считаются продукты жизнедеятельности плесневых грибов — токсины и микотоксины, обладающие канцерогенным воздействием на организм человека и животных. Важнейшими продуцентами микотоксинов и токсинов являются грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium* соответственно[1].

Токсигенные грибы рода *Fusarium* относятся к наиболее опасным видам грибов, которые вредят культурным растениям. Семена различных культур отравляются токсичными веществами. Благодаря этому снижается продуктивность растений на 40–50%. К основным проявлениям наличия грибов *Fusarium* зерновых культур относятся: ингибирование всходов, белостебельность, повреждение продуктивных стеблей, отсутствие колоса (белоколосость). Вместе с этим фузариозы продолжают развиваться на зернах при его хранении, при этом увеличивая его токсичность и снижая урожайность посевного материала. Из-за токсичности зараженных семян ограничивается возможность применения его в продовольственных целях,

а если семена сильно заражены, то его нельзя использовать даже при кормлении скота, так как они представляют опасность для людей и животных [2].

Наличие различных видов грибов, которые приводят к болезням растений, сильно влияют на всхожесть семян. Зараженные семена приводят к тому, что выросшие растения плохо развиваются, нарушается их рост. В результате всего этого уменьшается количество урожая [2]. К примеру, растения рапса, которые были заражены возбудителями альтернариоза, становились малоразвитыми, из-за того, что болезнь рано развилась на стручках, количество семян было намного меньше, чем у здоровых, образовавшееся семя было с пониженными технологическими качествами. Если возбудители альтернариоза хорошо развились и распространились, то недобор урожая может достигать до 30%, а в годы эпифитотийного развития болезни – до 50% и более. При наличии на семенах пшеницы, ячменя токсикогенных грибов и бактерий, их всхожесть снижалась на 10–60% [3]. По данным специалистов Филиала ФГБУ «Россельхозцентра» по Тюменской области средневзвешенный процент заражения семян в 2010 году составил 65,27 %; в 2011 году — 44,07 %, в 2012 году — 49,42 %, в 2013 году — 57,39 % [1].

Для улучшения посевных качеств семян и уменьшения различных болезней необходима их дополнительная обработка. Используются следующие виды обработки семян: химические, биологические и физические способы обработки. Эффективность обработки зависит от дозы физического воздействия и времени обработки [3].

1.2 Дезинсекция и дезинфекция семян при их обработке

Показатели продуктивности семян зависят от многих факторов, к ним относятся как внешнее влияние окружающей среды, так и внутреннее качество семян. Существует много различных факторов и все методы сводятся к тому, чтобы избавиться от влияния отрицательных факторов и активизировать влияние положительных факторов.

В таблице 1.1 приведены физические и биофизические факторы, которые определяют репродуктивные качества семян сельскохозяйственных культур в процессе производства продукции растениеводства.

На рисунке 1.1 приведена классификация методов подготовки семян к посеву. Условно эти методы можно разделить на биологические, химические и физические.

Биологический покой семян может сохраняться довольно длительное время и может достигать до нескольких лет, это может быть связано с толстой водонепроницаемой оболочкой либо с химической связью ферментов. От такого состояния можно избавиться, подействовав на семя внешним раздражителем, благодаря которому произойдет переход некоторых ферментов в свободное состояние. Из-за этого может увеличиваться проницаемость клеток и будет активизирован их механизм размножения и деления.

Таблица 1.1 – Классификация наиболее существенных физических и биофизических факторов, определяющих репродуктивные качества семян [4]

Общая классификация	Наименование факторов
1. Внешние физические воздействия	Электромагнитная (солнечная) энергия, температура, влажность среды, газовый состав среды и т.д.
2. Биофизические свойства семян	Гигроскопичность, влагопоглощательная способность, физикомеханические свойства оболочки семян (твердость, газо- и водопроницаемость) и т.д.
3. Естественные биологические процессы свойственные семенам	Дозаривание, старение, физиологический покой и т.д.
4. Семена как среда для жизнедеятельности микроорганизмов, насекомых вредителей и т.д.	Концентрация в семенах белков, жиров, углеводов, витаминов, воды и др. веществ, устойчивость семян к поражению патогенной микрофлоры, вредными насекомыми и т.д.

Диапазон, который приведет к положительному воздействию широк, от слабых до ударных.

При биологической обработке семена помещают в различные растительные экстракты, которые богаты витаминами, либо в различные ферменты.

К недостаткам этого метода относятся: сложности при получении веществ для обработки; различная реакция семян, из-за того, что все они

разные по качеству и структуре; определение оптимальных доз для различных культур; низкая технологичность [4].

К химическим методам относятся: замачивание в растворе микроэлементов, использование стимуляторов роста, осмообработка, протравливание, инкрустация. На сегодняшнее время разработан широкий спектр химических средств, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур. В химических препаратах имеются токсичные соли тяжелых металлов, которые в дальнейшем не разлагаются и являются опасными для человека и животных. В большинстве случаев это сложные химические соединения устойчивые к внешним воздействиям (воздух, солнечное излучение, вода и пр.) и не разлагающиеся в природе даже в течение многих лет. Эти химические соединения включаются в кругооборот веществ на планете и будучи смертельно опасными для человека и животных распространяются по всей биосфере. К тому же химические способы обработки семян имеют высокую себестоимость [5].

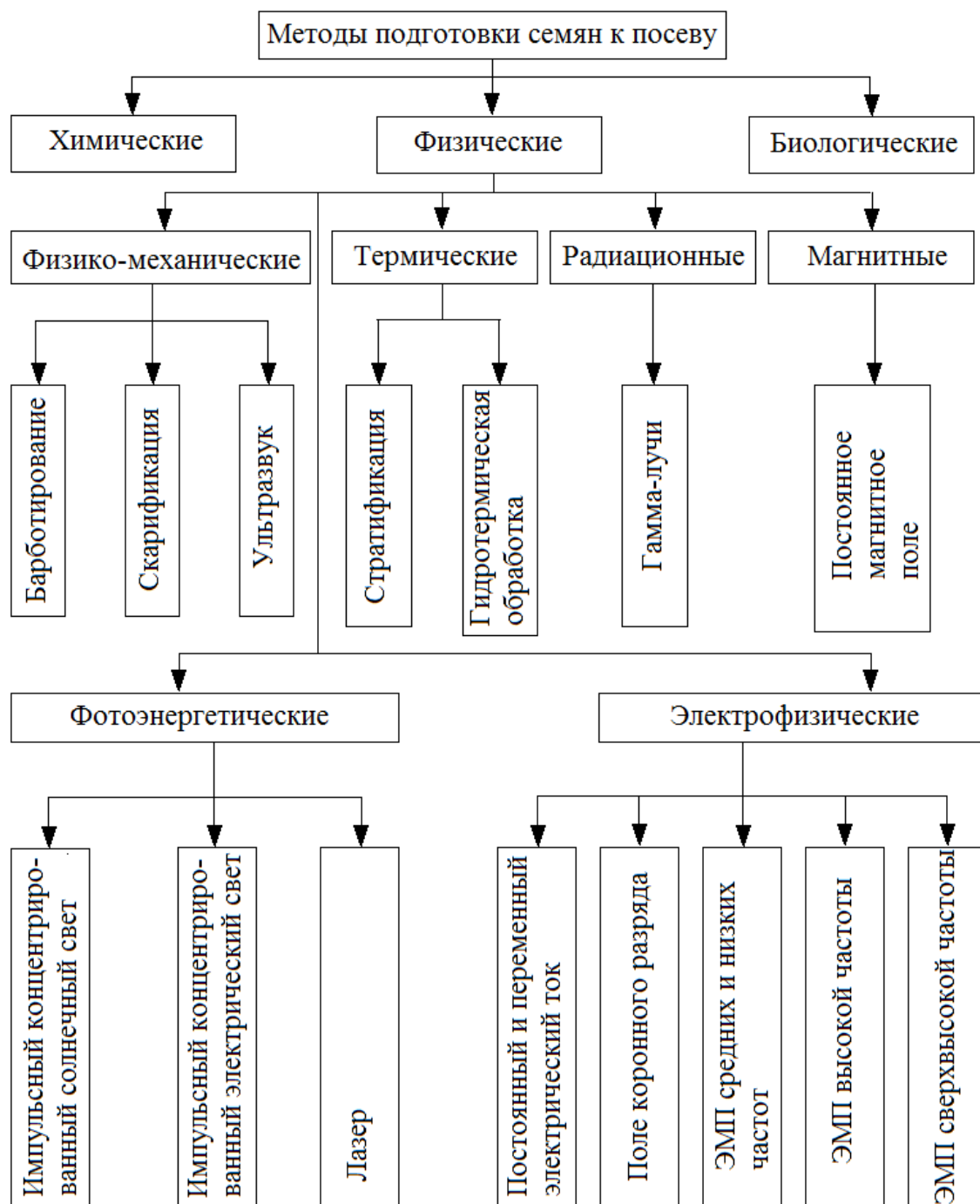


Рисунок 1.1 – Методы подготовки семян к посеву [4].

Наибольший интерес [6] для получения экологически чистой продукции представляют физические факторы воздействия электромагнитного поля, такие как гамма–излучение, рентгеновские,

ультрафиолетовые, видимые оптические, инфракрасные, СВЧ излучение, радиочастотные, магнитные и электрическое поле, облучение альфа– и бета–частицами, ионами различных элементов, гравитационным воздействием и т.д.

1.3 Радиационные методы обработки

1.3.1 Характеристика ионизирующих излучений

Все виды ионизирующих излучений (ИИ) делятся на 2 группы:

- 1) корпускулярные (от лат. corpusculum – «тельце»);
- 2) волновые (электромагнитные).

К корпускулярным излучениям относятся потоки лучей определенной массы, которые создаются элементарными и атомными частицами. Корпускулярные излучения делятся на 3 группы:

- Альфа– излучение;
- Бета – излучение;
- Поток нейтрально заряженных частиц (нейтронов).

Таким образом, происходит прямая ионизация атомов и молекул, благодаря взаимодействию заряженных частиц с электронами облучаемого вещества [7].

1.3.2 Биологическое действие ионизирующих излучений

Клетка является основой живого организма. К основным структурным элементам клетки относятся хромосомы, а ядро является важной для жизнедеятельности его частью. Наследственная информация об организме содержится молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), которая в свою очередь является в основе строения хромосом. Гены – это отдельные участки ДНК. Они расположены в хромосомах в определенном

порядке и отвечают за формирование определенных признаков. У каждого организма определенный набор хромосом.

Под влиянием ИИ образуются хромосомные aberrации, т.е. происходит поломка хромосом, в результате концы объединяются в новые сочетания. Из-за изменения генного аппарата образуются новые дочерние клетки. Они отличаются от исходных. Если поломка хромосом происходит в половых клетках, то у облученных особей появляются потомства с другими признаками. Такое явление называют мутацией. Они бывают как полезными так и вредными. Практика показывает, что при воздействии ИИ мала вероятность образования полезных мутаций. Однако в любой клетке обнаружены непрерывно действующие процессы исправления химических повреждений в молекулах ДНК. Оказалось также, что ДНК достаточно устойчива по отношению к разрывам, вызываемым радиацией. Структура ДНК не сможет восстановиться лишь после семи разрушений. В таком случае происходит мутация. Если число разрывов меньше, то ДНК восстанавливается, т.е. у генов высокая стойкость к различного вида воздействиям и к ионизирующим излучениям в том числе.

Разрушение жизненно важных для организма молекул возможно не только при прямом их разрушении ионизирующим излучением (теория мишени), но и при косвенном действии, когда сама молекула не поглощает непосредственно энергию излучения, а получает ее от другой молекулы (растворителя), которая первоначально поглотила эту энергию. В этом случае радиационный эффект обусловлен вторичным влиянием продуктов радиолиза (разложения) растворителя на молекулы ДНК. Этот механизм объясняется теорией радикалов. Если попадания ионизирующих частиц повторяются, то молекула ДНК может распасться. Но чаще всего частицы сталкиваются с молекулами воды, которая является основным растворителем внутри клетки. Поэтому важное значение имеет распад воды на радикалы под действием

радиации. Кислород увеличивает эти процессы. На основании теории радикалов главную роль в развитии биологических изменений играют ионы и радикалы, которые образуются в воде вдоль траектории движения ионизирующих частиц [7].

Велика вероятность вступления радикалов в различные химические реакции, поэтому происходят процессы их взаимодействия с биологически важными молекулами, которые находятся рядом с ними. В результате разрушаются структуры биологических веществ, что приводит к изменениям биологических процессов, включая процессы образования новых клеток [8].

Имеется возможность широкого использования ионизирующей радиации для решения ряда практических задач. Например, для стимуляции роста растений путем предпосевного облучения семян, для уничтожения болезней и вредителей, для увеличения сроков хранения пищевых продуктов, а также в селекционной работе с целью получения ценных свойств и признаков у различных культур. Радиационная технология применяется в кормопроизводстве с целью гидролиза целлюлозы соломы, древесных опилок, торфа, что приводит к увеличению содержания легкогидролизуемых углеводов. Весьма эффективным оказался метод радиационного обеззараживания навозных стоков, содержащих патогенную микрофлору [7,9]. Использование ионизирующей радиации в растениеводстве. Использование ионизирующих излучений основано на их биологическом действии на живые организмы, в частности, на культурные растения. В зависимости от дозы и условий облучения, свойства облучаемого биологического объекта ионизирующее излучение может оказать стимулирующее, ингибирующее (подавляющее), мутагенное, консервирующее, стерилизующее или терапевтическое действие. Ионизирующие излучения в растениеводстве используются:

- для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений путем предпосевного облучения семян (радиационное стимулирование);
- для увеличения срока хранения продукции растений без изменения ее качества;
- для получения полезных мутаций сельскохозяйственных культур в целях использования мутантов в селекционной работе (радиационный мутагенез);
- для определения качества семян культурных растений методами радиационного старения [7, 8, 9].

1.3.3 Радиационное стимулирование

В основе повышения продуктивности сельскохозяйственных растений с помощью ионизирующих излучений лежит явление радиационного гормезиса, при этом наблюдается стимулирующий эффект малых доз облучения. При облучении активируются различные процессы обмена. Механизм стимулирующего действия малых доз ионизирующих излучений на растения по А.М.Кузину заключается в усилении синтеза рибосомальных РНК и ДНК, белков, ферментов, липидов; при этом наблюдается более высокий уровень содержания фитогормонов (гетероауксинов). При стимулирующем эффекте главную роль играет радиочувствительность растений и доза облучения [10,11]. Положительный эффект в растениеводстве наблюдается при предпосевном облучении семян и посадочного материала. В этом случае ионизирующее излучение стимулирует прорастание и увеличение процента всхожести семян, способствует лучшему использованию растениями удобрений, вызывает раннее и обильное цветение и повышение урожайности ряда культур: бобовых, сахарной свеклы, кукурузы, овощей. Стимулирующий эффект обнаружен при предпосадочном облучении клубней картофеля,

при облучении черенков, корневищ и другого посадочного материала. Например, предпосадочное облучение клубней картофеля повышает урожай на 10—28%, повышает содержание крахмала, белков и витамина С; от облученных семян моркови был получен урожай корнеплодов на 30% выше, чем в контроле, а содержание каротина в корнеплодах на 12% выше контрольных образцов; облучение сухих семян кукурузы при посеве на силос дало увеличение зеленой массы на 20% и увеличение числа початков в сравнении с контролем. Радиационное стимулирование ускоряет созревание и способствует увеличению сахаристости сахарной свеклы, помидоров, бахчевых культур — дыни, арбуза [8, 12, 13].

Эффективность предпосевного облучения семян и посадочного материала зависит от ряда условий: мощности дозы (время облучения), влажности семян, сроков их предварительного хранения, освещенности, климатических условий. Показано, что лучшие результаты достигаются при снижении мощности дозы, т.е. при увеличении времени обработки: чем медленнее проводят обработку, тем выше, как правило, оказывается урожай. Однако такие закономерности отмечены только при изменении мощности доз на несколько порядков [12]. Наблюдается существенное варьирование оптимальных доз облучения семян одних и тех же сельскохозяйственных культур в зависимости от местности произрастания. Наилучшего результата от лучевой обработки посадочно-посевного материала можно ожидать в тех случаях, когда все условия жизни растений (или подавляющее их большинство) оптимизированы. Следует отметить, что способ облучения семенного материала не нашел достаточно массового внедрения в производство из-за частого отсутствия или невоспроизводимости положительных результатов применяемой технологии. К техническим причинам такой ситуации в мероприятиях по радиационному стимулированию прорастания семян сельскохозяйственных

культур следует отнести, прежде всего, несовершенство установок для облучения, не обеспечивающих достаточно равномерной обработки и методов дозиметрического контроля. Первую причину устраняют созданием машин, позволяющих осуществлять достаточно равномерное облучение семенного материала; вторую причину — развитием дозиметрии в общем и, что весьма важно, микродозиметрии в частности, а также совершенствованием современной дозиметрической аппаратуры. Стимулирующее действие ионизирующих излучений используют при разведении лекарственных растений, для ускорения роста и увеличения выхода лекарственно-ценного вещества (алкалоидов и др.). Облучение черенков виноградной лозы гамма — облучением способствует более интенсивному срастанию тканей подвоя с привоем, кроме того, используется для преодоления их тканевой несовместимости [9].

Дезинсекция зерна и пищевых продуктов. Радиационная стерилизация. При длительном хранении больших партий зерна используют различные инсектициды для борьбы с насекомыми-вредителями. Эффективность их не всегда позволяет провести достаточную дезинфекцию, обработку часто приходится повторять, дополнительные затраты оказываются велики, появляется опасность воздействия препаратов на людей непосредственно во время обработки и остаточных количеств пестицида в зерне. Все это предъявляет повышенные требования к технике безопасности и вызывает дополнительные затраты на дегазацию зерна. Кроме того, эффективность препаратов зависит от стадии развития насекомого: особенно проблематично бороться с насекомыми в стадии яйца. Другая проблема химической борьбы с насекомыми — их привыкание к препаратам, особенно если вредитель отличается большим числом генераций. Известно, что устойчивость различных микроорганизмов и насекомых к

воздействию ионизирующего излучения неодинакова и может отличаться в сотни и даже тысячи раз. Кроме того, она зависит от среды, состояния пищевых продуктов и режима облучения, поэтому радиационная обработка должна, как правило, проводиться с учетом состояния объекта, среды и тех задач, которые предусматриваются при обработке. Использование ионизирующих излучений для предотвращения потерь зерна от насекомых имеет ряд неоспоримых преимуществ перед химическими средствами защиты. Для дезинсекции продукции используют дозы излучений — от 200 до 500 Гр, что гораздо больше, чем для радиационного стимулирования. Практическое использование установок показало, что при дозе 200 Гр гибнут даже наиболее устойчивые к излучению взрослые особи долгоносиков. В то же время базовые нагрузки менее 500 Гр не снижают пищевых и хлебопекарных качеств зерна [7,12].

Использование ионизирующей радиации с целью повышения урожая сельскохозяйственных растений привлекает внимание многих исследователей. Вместе с тем в литературе высказываются противоположные мнения относительно выявления эффекта и применения ионизирующей радиации в сельском хозяйстве [12].

В основе повышения продуктивности сельскохозяйственных растений с помощью ионизирующих излучений лежит явление радиационного гормезиса, то есть «благоприятный эффект, который выражается в стимулирующем действии на организм малых доз радиации» [10, 11]. К малым дозам принято относить дозы порядка 10 сГр. Однако хозяйственно–полезный эффект вызывается облучением в дозах 5–50 Гр. Если принять, что за счет естественной радиации семена за год хранения могут получить максимум 0,2–0,3 сГр, то получается, что стимулирующие дозы в сотни тысяч раз превышают естественную облученность. Поэтому, говоря о предпосевном облучении семян, неправильно использовать

термин «малые дозы» и строить теорию воздействия этих доз исходя из предположений об усилении необходимого для жизнедеятельности семян естественного фона облучения [11].

1.3.4 Радиационная стимуляция семян

В определенном диапазоне доз ядерные излучения обладают стимулирующим действием. Ускорение прорастания семян, облученных рентгеновскими лучами, привлекло внимание многих исследователей, работавших с ионизирующими излучениями. При облучении семян в стимулирующих дозах перед их посевом происходит ускорение прорастания семян и увеличивается урожай и улучшаются его качества. Семена восприимчивы к действию различных физических и химических агентов, поэтому они влияют на их развитие.

Впервые эффект радиационной стимуляции [7] был описан М. Мальдинеем и К. Тувиненом в 1899 г. Это произошло через 3 года после открытия рентгеновских лучей. В 60–е – 80–е гг. прошлого столетия активно развивались методы радиационной предпосевной обработки с целью повышения посевных качеств семян и качества продукции. Было выявлено, что при облучении семян различных культур сокращались сроки созревания, ускорялись первые фазы онтогенеза. В результате увеличивался урожай зерновых и картофеля на 5–20%. В то же время было отмечено, что наилучшие результаты получают при облучении семян низкого качества и в неблагоприятных погодных условиях, когда возникают ограничения в реализации генетической программы, обеспечивающей нормальное развитие растений. Стимулирующее действие при воздействии ионизирующего излучения широко используется в растениеводстве:

– ускорение развития и, благодаря этому, увеличение урожая;

– повышение всхожести;

– улучшение прививаемости и дальнейшего развития при облучении черенков в виноградарстве и плодоводстве. Стимулирующее действие ионизирующего излучения на деление и размножение микроорганизмов и грибов – продуцентов ценных антибиотиков, аминокислот, ферментов и других биологически активных веществ может быть с успехом использовано для повышения производительности в микробиологической промышленности. Облучение семян перед посевом – это технология, которая повышает экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур за счет ускорения роста и развития растений, сокращения периода вегетации, увеличения урожая, а в некоторых случаях и улучшения его качества [7]. Необходимо учитывать влияние почвенно–климатических условий и мощности дозы на эффект облучения.

Дозы, рекомендуемые для радиационной стимуляции семян сельскохозяйственных культур (3–40 Гр), в десятки раз меньше доз, которые используются для дезинсекции (150–500 Гр) и примерно на 3–4 порядка меньше доз, которые необходимы для ингибирования вредных патогенов (1500–50000 Гр). Поэтому трудно достичь уничтожения патогенов на семенах при использовании технологии радиационной стимуляции. Решение данной задачи возможно лишь на основе комбинированного облучения семян ионизирующим излучением и таким электромагнитным излучением, по отношению к которому патогены являются наиболее чувствительными, например коротковолновым ультрафиолетовым излучением. В качестве альтернативных по отношению к радиационной технологии предпосевной обработки рассматриваются технологии с использованием электрофизических факторов (постоянные и переменные низкочастотные электрические и магнитные поля, ЭМИ

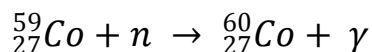
высокочастотных диапазонов, УФ – радиации и лазерного излучения). Применение альтернативных физических факторов позволяет в ряде случаев получить более выраженный по сравнению с ионизирующим излучением эффект гормезиса и, соответственно, дать более существенную прибавку урожая. Следует отметить, что активация семян физическими факторами отличается нестабильностью результатов: достоверная прибавка урожайности наблюдается в 60–70% случаев. В большей степени на физические воздействия реагируют семена с нарушениями в работе ферментативной системы, недозрелые или травмированные. Здесь можно ожидать увеличения лабораторной всхожести на 3–10%, полевой – на 3–8%. Если же семена полноценные и характеризуются 97–100% всхожестью, то радиационная обработка лишь несколько увеличивает энергию прорастания [10,11].

1.3.5 Методы радиационного облучения семян

1.3.5.1 Радионуклидные источники

Радионуклидные источники в настоящее время используются для обработки пищевых продуктов, стерилизации медицинских изделий, обработки фармацевтической, косметической, и ветеринарной продукции. Проникающая способность гамма-излучения зависит от энергии испускаемых гамма – квантов и вещества, с которым происходит взаимодействие.

Радионуклид ^{60}Co искусственно [7,9] получают в реакторе, облучая стабильный изотоп ^{59}Co быстрыми нейтронами:



Нестабильный изотоп ^{60}Co является β – активным радионуклидом с последующим испусканием фотонов с энергией 1,17 и 1,33 МэВ.



Его период полураспада составляет 5,27 лет. Применяемые в промышленности источники состоят из мелких гранул кобальта, загруженных в литые трубки (карандаши) из нержавеющей стали или циркония.

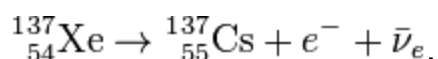
^{60}Co имеет следующие преимущества:

- до 95% излучаемой энергии доступно для применения;
- глубокая проникающая способность;
- однородность дозы в облучаемом объекте;
- источник распадается до нерадиоактивного никеля;
- низкий риск для окружающей среды.

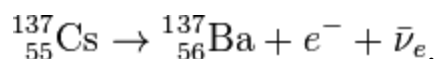
Недостатки:

- требует частой смены (1 раз в 5 лет);
- относительно медленный процесс облучения.

Другим наиболее распространенным источником является цезий – ^{137}Cs . ^{137}Cs является дочерним продуктом распада нуклида ^{137}Xe ($T_{1/2} = 3,818$ мин):



^{137}Cs претерпевает β^{-} распад ($T_{1/2} = 30,17$ лет), в результате которого образуется стабильный изотоп бария ^{137}Ba :



В 94,4 % случаев распад происходит с промежуточным образованием ядерного изомера $^{137}\text{Ba}^m$ (его период полураспада составляет 2,55 мин), который в свою очередь переходит в основное состояние с испусканием гамма – кванта с энергией 661,7 кэВ.

Цезий – 137 имеет определенные преимущества перед радиоактивным ^{60}Co : более длительный период полураспада и менее жесткое гамма – излучение.

Тем не менее, ^{137}Cs используется значительно реже. Крупные источники радионуклида не всегда доступны из-за практических трудностей в его применении. Применение ^{137}Cs ограничено небольшими автономными облучателями сухого хранения, используемые в основном для облучения крови и стерилизации насекомых.

В настоящее время все промышленные предприятия используют ^{60}Co в качестве источника гамма-излучения. В 2010 году использование ^{60}Co по всему миру составляло более 250 миллионов Ки.

Опрос МАГАТЭ показал, что 85% гамма – облучателей применяют для стерилизации медицинских изделий. Такой же процент облучателей используется и для обработки продовольственной и сельскохозяйственной продукции (облучатели могут применяться как для одного вида продукции, так и для нескольких).

Существует 4 технологии применения гамма-излучения:

- 1 – небольшой источник применяется для исследовательских целей;
- 2 – хранение и облучение происходит в воздушной среде (не применяется для пищевых продуктов);
- 3 – хранение и облучение осуществляется под водой;
- 4 – хранение источника осуществляется под водой, облучение происходит в воздушной среде [7,9].

1.3.5.2 Тормозное излучение

Тормозное излучение является одной из форм электромагнитного излучения с широким диапазоном коротких длин волн. Свойства и воздействие на вещество тормозного излучения схоже с воздействием гамма – излучения, но при этом рентгеновские излучение обладает меньшей энергией.

К преимуществам можно отнести:

- установка может быть включена только по мере необходимости;
- высокая проникающая способность;
- отсутствие радиоактивных отходов.
- К недостаткам технологии относятся:
- необходимость систем охлаждения;
- широкий энергетический спектр излучения [7].

1.3.5.3 Ускорители электронов.

Электронный пучок представляет собой поток высокоэнергетических электронов, приводимых в движение ускорителем. Минимальная необходимая энергия электронов – 5 МэВ, максимальная разрешенная энергия – 10 МэВ. Проникающая способность пучка составляет 3 – 4 см. С энергией 10 МэВ при условии двухстороннего облучения, максимальная проникающая способность составляет примерно 8,9 см.

В 2002 году для промышленных, научных целей, а также для медицинского использования эксплуатировалось более 17000 ускорителей по всему миру. Более 1000 электронно–лучевых ускорителей в промышленности используются, в основном, для облучения полимерных и резиновых изделий для повышения их качества и для стерилизации одноразовых медицинских изделий. Только несколько из них применяются для облучения пищевых продуктов.

К преимуществам ускоренных электронов можно отнести:

- установка может быть включена только по мере необходимости;
- не требуется периодического пополнения источника, в отличие от источников гамма–излучения;

- направленное воздействие на объект;
- небольшое время воздействия;
- отсутствие радиоактивных отходов.

К недостаткам технологии относятся:

- небольшая глубина проникновения;
- высокий уровень потребления электроэнергии;
- сложность и дороговизна технологии.

Существует несколько методов ускорения, которые условно можно разделить на три категории:

- прямой метод, при котором пучок многократно проходит через относительно небольшие ускоряющие секции с большой разницей потенциалов;
- индукционный метод, при котором ускорение электронов происходит за счет меняющихся магнитных полей;
- высокочастотный метод ускорения.

Основные типы применяемых ускорителей:

- каскадный ускоритель Дж. Кокрофта и Э. Уолтона (ускоритель прямого действия, ускорение частиц происходит за счет прохождения высокой разности потенциалов);
- электростатический генератор Ван де Граафа (частицы ускоряются непосредственно за счет одно— или двукратного (в тандемах) прохождения огромной постоянной разности потенциалов);
- циклотрон (частицы двигаются в постоянном и однородном магнитном поле, а для их ускорения используется высокочастотное электрическое поле неизменной частоты);
- синхротрон (в переменном магнитном поле частицы двигаются по одной и той же замкнутой траектории многократно проходя

прямолинейные промежутки с ускоряющим электрическим полем радиочастотного диапазона);

- индукционный ускоритель электронов – бетатрон (энергия электронов увеличивается за счет вихревого электрического поля, создаваемого изменяющимся магнитным потоком, направленным перпендикулярно к плоскости орбиты частиц);
- линейный ускоритель (частица подвергается многократному ускорению, пролетая сквозь ряд цилиндрических трубок, присоединенных к электрическому генератору высокой частоты).

Методы прямого ускорения применяются для обработки больших объемов зерна. Среди индукционных методов высокочастотные ускорители можно использовать для эффективной обработки практически любых продуктов [7,15].

1.3.5.4 Влияние обработки электронным пучком на семена

Важные параметры [16] для обработки семян: применяемая доза, которую настраивают посредством силы тока, а также энергия электронов, настраиваемая посредством ускоряющего напряжения. Доза – это энергия электронов, поглощаемая оболочкой семени. При обработке семян электронами решающим фактором является летальная доза воздействия на имеющиеся патогены. Энергия электронов представляют собой меру кинетической подвижности электронов. Проникая в материю, электроны теряют эту энергию в процессе соударений. Затратив энергию, они не могут проникнуть в материал дальше. Именно это обстоятельство используется для точного регулирования зоны воздействия при обработке электронами. В отдельных зернах семенного материала данный метод позволяет производить равномерное воздействие дозы со всех сторон (рис 1.2), при этом электроны проникают в оболочку лишь на такую глубину,

которая позволяет исключить любое воздействие на зародыш и эндосперм. Обладающие высокой энергией электроны, встречая на своем пути вредные организмы в зоне воздействия, эффективно уничтожают их. Разрыв молекулярных цепочек микроорганизмов гарантирует полное уничтожение этих патогенов, независимо от вида. Как показали лабораторные и практические опыты, данный метод эффективен против самых различных спор грибов, бактерий и вирусов. В то же время, при этом методе, который предусматривает чисто физическое воздействие, исключено формирование резистентных патогенов, что возможно при использовании системной обработки химически активными веществами.

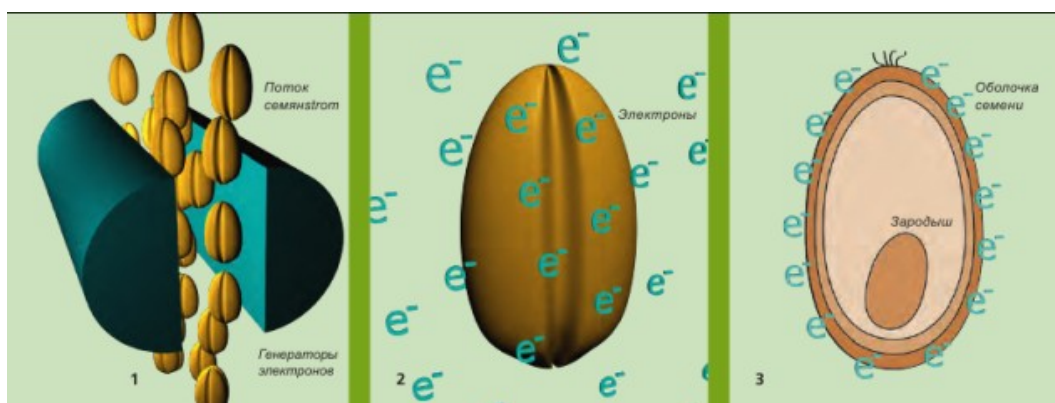


Рисунок 1.2 – Воздействие электронного пучка на поверхность семян [16].

Обработка семян перед посевом физическими воздействиями позволяет стимулировать физиолого–биохимические процессы в семенах, повышает энергию прорастания, лабораторную и полевую их всхожесть, способствует формированию дружных всходов, увеличению урожайности и повышению его качества.

Рядом исследований установлено, что в основе физического воздействия на биологический объект лежит реакция на внешний раздражитель, который вызывает индукционный эффект, наблюдаемый после снятия раздражения. При росте происходит смещение равновесия,

при этом физические воздействия обеспечивают приращение энергии. Эта энергия используется для того, чтобы увеличить воздухопроницаемость оболочки семян, их набухание и поглощение воды, активизируются ферменты, которые ускоряют разложение полезных веществ, употребляемых зародышем. Действие может быть как стимулирующим, так и ингибирующим, это определяется дозой обработки. При стимуляции активируются процессы роста, изменяется состав клеток, темп их дыхания и метаболизм. Повышенные дозы приводят к нарушениям структур внутри клеток, это требует определенных затрат на их восстановление [17].

В работе [13] описаны исследования по предпосевной обработке семян электромагнитными полями совместно с ростактивирующими веществами. Считают, что механизм действия облучения заключается в активации электронного комплекса молекул, составляющих семя, в ионизации этих молекул, образовании свободных радикалов, то есть в переходе молекул в возбуждённое состояние. Несмотря на то, что молекулы в возбуждённом состоянии существуют доли секунды, предполагается, что этого достаточно для усиления работы ферментных систем, контролирующих прорастание семян.

1.4 Предпосевная стимуляция семян, их дезинсекция и дезинфекция под действием электромагнитных полей сверхвысокой частоты.

После СВЧ воздействия отмечается увеличение числа свободных радикалов (неспаренных электронов), что приводит к изменению проницаемости биомембран, бурному развитию окислительных реакций, усилению образования и активизации ферментов, увеличение интенсивности дыхания, синтеза нуклеиновых кислот и белков темпов

деления клеток, что способствует выходу семян из состояния покоя, активизации роста.

Кроме того, одно из специфических особенностей предпосевной СВЧ обработки семян является время прошедшее от обработки до посева – срок отлежки. При этом достоверно было установлено, что при подготовке семян к посеву с использованием ВЧ и СВЧ энергии оптимальный срок периода «обработка–посев» для овощных культур 2–5 дней, для зерновых культур 20–23 дня. При увеличении срока отлежки эффект СВЧ воздействия снижается, но надо также учитывать, что повторная СВЧ обработка будет менее эффективна, чем первая.

Технология СВЧ дезинфекции семян в простейшем случае заключается в предварительном поверхностном увлажнении зараженных семян с последующим термическим обеззараживанием СВЧ энергией. Физическая сущность метода объясняется следующими моментами: вода, как полярный диэлектрик, обладает диэлектрической проницаемостью, обусловленной поляризацией двух типов – электронным смещением (без потерь) и ориентацией диполей (связанной с поглощением подводимой энергии). Каждый полярный диэлектрик имеет свою резонансную частоту, которая соответствует возникновению аномальной дисперсии, сопровождающейся сильным поглощением электрической энергии, т.е. на определенной частоте тангенс диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ максимален. Далее, по утверждению автора, указывается, что в диапазоне часто 10^6 – 10^{10} Гц неполярные диэлектрики, например сухое зерно, ведут себя как прозрачная среда, т.е. не поглощает электрическую энергию. Тангенс потерь воды равен 0,95 и он примерно в 600 раз больше, чем сухого зерна пшеницы (0,0016). Таким образом, при кратковременном увлажнении семени, вирусы, грибки и бактерии (в силу большой влагопоглощательной способности) быстро впитывают воду и при помещении их в

электромагнитное поле ими поглощается основная часть энергии и в результате избирательного нагрева инактивируют (гибнут) [4].

Воздействие электромагнитных полей актуально при обработке зерновых, пасленовых, масличных, бобовых, бахчевых культур и корнеплодов. Магнитные поля действуют на клеточные мембраны. В результате воздействия диполя стимулируются изменения в мембранах и деятельность ферментов увеличивается. Также у семенных оболочек повышается проницаемость и благодаря этому происходит быстрое поступление воды и воздуха в семена. Результатом этого является увеличение ферментативной активности, в основном, гидролитических и окислительно–восстановительных ферментов. Все это приводит к тому, что к зародышу быстро и в полном объеме поступают питательные вещества, ускоряется деление клеток и происходит активация процессов роста. В результате у растений, семена которых были обработаны, хорошо развита корневая система и ускоряется переход к фотосинтезу, это создает условия для дальнейшего роста и развития растений [6].

В статье [7, 18] рассматривается изучение влияния ИК – излучения на семена пшеницы, особенно то, как воздействие ИК – излучения повлияло на внутреннюю энергетику семян.

В работе описаны три основные теории взаимодействия семян: фоторезонансная, бактерицидная, стрессовая.

Авторы фоторезонансной теории предполагают, что излучение приводит к образованию свободных радикалов, при этом изменяется проницаемость биомембран и происходит стимуляция начальных процессов роста. В результате стимулирующего воздействия при обработке семян происходит структурно–функциональная перестройка мембран и органелл внутри клетки. Благодаря этому меняется уровень

окисления липидов, рН, активность АТФ, это приводит к усилению биоэнергетических и биосинтетических процессов.

Другая теория стимуляции роста растений основана на бактерицидном действии излучения. При низких дозах облучения семян происходит небольшое увеличение всхожести семян и это не оказывает сильного влияния на обсемененность поверхности семян. При высоких дозах облучения вместе с угнетением фитопатагенов происходит снижение всхожести семян. Ультрафиолетовое (УФ) излучение оказывает деструктивное и летальное действие на живые растительные и бактериальные вирусы (фаги), одноклеточные организмы (микробы и простейшие) и грибы. Как правило, спектры действия летального эффекта имеют выраженный нуклеиновый максимум при 260...265 нм. Однако для отдельных организмов описаны как чисто "белковые" спектры летального эффекта с максимумом при 280 нм, так и смешанные – с максимумами при 260 и 280 нм. При этом были рассмотрены не только ультрафиолетовые излучатели, но отдельные источники ИК – излучения, которые близки по свойствам ультрафиолета.

"Стрессовая" теория взаимодействия излучения и организма подразумевает мобилизацию семенами генетически заложенных резервов роста. Фотофилогенез растений, вызванный их многовековой адаптацией к солнечному излучению, нарушается при воздействии монохроматическим высокоинтенсивным излучением (например, лазерным). При этом семена получают непривычное мощное информационное воздействие и впадают в состояние стресса, так как внешние условия – солнечное излучение во всём его спектре – подразумеваются крайне неблагоприятными. При выходе из состояния стресса, семена мобилизуют свои скрытые ресурсы. Но так как никаких неблагоприятных факторов на самом деле нет, эти ресурсы уходят на усиление роста и развития семян [18].

1.5 Обработка семян лазерным излучением

При обработке низкоинтенсивным лазерным излучением стимулируется метаболизм клетки [19]. Но при этом спектры поглощения различных макромолекул весьма разбросаны: так пептидные группы поглощают излучение электромагнитных волн с длиной волны $\lambda = 190$ нм, карбонильные группы – 225 нм, триптофан – 220 и 280 нм, тирозин – 275 и 222 нм, фенилаланил – 258 нм, каталаза – 628 нм, максимальная спектральная чувствительность молекул ДНК соответствует длинам волн 620 нм и 820 нм и т.д. в общем биологические эффекты объединяют термином «биостимуляция».

Так белки, в зависимости от сложности их структуры, поглощают свет от ультрафиолетового до инфракрасного спектра: элементарные белковые структуры (аминокислоты, различные остатки белковых молекул и др.) реагируют на излучение ультрафиолетового диапазона; чем длиннее система сопряженных двойных связей в молекуле, тем при большей длине волны располагается длинноволновый максимум поглощения. Ферменты тоже являются веществами белковой природы, которые несут на себе определенные компоненты – активационные центры. Ферменты служат катализаторами без биохимических реакций, а для ферментативного катализа важнейшее значение имеет электронно–конформационные взаимодействия. Учитывая, что энергия конформационных переходов биополимеров невелика (энергия, необходимая для образования спирального участка биополимера из 4–х звеньев, равна около 10 кДж/моль, энергия внутреннего вращения пептидной связи примерно равна 84 кДж/моль), можно объяснить отклик различных ферментативных систем даже на слабые энергетические воздействия, а именно, низкоэнергетическое лазерное излучение красного и ближнего инфракрасного диапазона.

1.6 Озонирование семян

В практике сельскохозяйственного производства все чаще встречаются случаи использования активного вентилирования семян электроактивированным воздухом для их предпосевной обработки.

Получить озон можно с помощью различных способов, таких как электролитический, фотохимический, а в сельском хозяйстве электросинтез в плазме газового разряда.

Под действием окислителя повреждаются жизненные центры и бактерии погибают. Повреждаются разные части клеток, это происходит в зависимости от дозы и времени действия озона. Озон окисляет оболочки микробных клеток, затрудняя или прекращая внешний обмен веществ, и, наконец, высоким рейденом потенциалом делает иным электрический заряд микробной оболочки, что нарушает ее проницаемость в биологические объекты. Нарушения необратимы и клетки погибают.

Механизм заключается активированием комплекса молекул, их ионизации, образовании свободных радикалов, активации разных ферментативных систем, нуклеинового обмена, и интенсификации химических процессов. Проникая в семенные покровы, озон снабжает семена активными формами кислорода [20, 22].

Одним из способов [21] повышения эффективности ряда технологических процессов в сельскохозяйственном производстве является использование озонозооной смеси. Это обусловлено участием озона во многих биохимических процессах, которые являются основой обмена веществ и энергий в сельскохозяйственных биологических объектах. В итоге повышается производительность, снижается энергоемкость, снижается бактериологическое и вирусное угнетение, повышается урожайность, продуктивность и сохранность сельскохозяйственной продукции. Озон также является эффективным

фунгицидом и инсектицидом. Создание высокоэффективных технологий и соответственно электроозонирующих устройств, имеет большое значение и требует разработки теоретических положений и анализа экспериментальных данных, совокупность которых позволила бы развить научно–обоснованный методический аппарат проектирования данных систем с учетом требований, предъявляемых сельскохозяйственным производителем [21].

1.7 Обработка семян низкотемпературной плазмой

Следует отметить, что воздействие [23] на семена искусственно созданной плазмой близко по своей природе к солнечному свету, а в качестве объекта для плазменной биоактивации используются биологические системы из которых формируется растительный организм. Именно поэтому одним из перспективных способов воздействия на органические и неорганические структуры является излучения плазмы. Новые плазменные технологии наряду с использованием традиционных способов в дальнейшем станут важнейшим направлением в современном АПК, так как позволят разработать способы управления активными системами и организмами с применением слабых и сверхслабых физических полей и излучений.

Обработка семян проводилась при помощи плазмотрона – устройства генерирующего поток излучения плазмы. Результаты ранних исследований получали используя промышленные плазмтроны: СУПР–1, СУПР–2ММ, Мультиплаз–2500М, Плазар–АПО22.

Естественно они не отвечали потребностям сельскохозяйственной биологии поэтому были созданы сельскохозяйственные плазмтроны работающие на инертном газе гелии: лабораторные СУПР–М и СУПР–К; мобильный комплекс «АгроПлаза–М» (обеспечивающий плазменную

предпосевную обработку семян с производительностью до 2 тонн в час). В состав комплекса «АгроПлаза–М» входят:

- «АгроПлаза–М–01» – транспортер для приема и формирования потока семян;
- «АгроПлаза–М–02» – блок управления.
- «АгроПлаза–М–03» – система охлаждения плазмотронов

При применении гелия в качестве рабочего газа плазматрона максимум 21 сплошной составляющей находится примерно на участке длин волн 680–700 нм, что согласно закону смещения для теплового излучения соответствует температуре 4140–4262 К, а наиболее яркие линии излучения гелия – на длинах волн: 294,5; 318,7; 388,9; 402,6; 447,1; 471,3; 492,2; 501,6; 587,6; 655,5; 667,8; 706,5 нм.

Опыты с гелиевой плазмой позволили также установить увеличение лабораторной всхожести семян: яр. пшеницы при сплошном спектре излучения – на 4,2%; при 320 нм – на 11,1; при 350 нм – на 2,4; при 375 нм – на 3,6%. Для изучения биологической активности различных участков спектра гелиевой плазмы были проведены эксперименты которые доказали, что наиболее эффективны участки спектра с длиной волны 300–350 нм.

В работе [24] рассматривается технология обеззараживания семян в потоке низкотемпературной плазмы с температурой 700... 900 С; с последующим охлаждением и обработкой электромагнитным полем. Данная технология отличается тем, что обработка семян происходит во встречных потоках. Наилучшие показатели обеззараживания семян получены при следующих режимах: температура плазмы 800...900 С; время пребывания семян в потоке 0,3 – 0,45 с. Воздействие на семена тепловым и электромагнитным полями способствовало повышению их посевных качеств, энергия роста увеличилась на 6 ...7%, а всхожесть на

7...8%. Одновременно снижается степень заражения семян микрофлорой и болезнями на 40...50 %, что позволяет снизить расход ядохимикатов или отказаться полностью от их применения.

1. 8 Тепловая обработка семян

Тепловая обработка – давно известный метод [25] обработки семян, при котором семена нагревают в различных теплопроводящих средах. Важным является комбинирование факторов температуры и времени, также роль играют критические значения температур, при которых погибают болезнетворные организмы и критические температуры гибели семян. При низкой температуре обработки болезнетворные организмы могут выжить, однако слишком высокая температура приводит к снижению всхожести и омертвлению семян.

Главный недостаток этого метода – высокое содержание влаги в семенах после обработки, что приводит к большому расходу энергии, необходимой для сушки семян. Но этому способу существует альтернатива. Институт аграрной инженерии Упсальского университета (Швеция) разработал сеялку для посева влажных семян, при этом семена перед загрузкой в сеялку продувают теплым воздухом. Такая посевающая система запатентована Шведской ассоциацией снабжения фермеров и сбыта сельхозпродукции.

Лабораторные и полевые исследования этого способа обработки семян были поддержаны проектом ЕС и проводились в пяти странах – Швеции, Дании, Германии, Австрии и Италии. В соответствии с этим проектом разработана установка производительностью 1 т/ч. Шведская компания Asanova AB работает над расширением производительности этого способа и применением его не только для органических, но и для традиционных хозяйств.

Применение высокочастотных электромагнитных волн в микроволновом диапазоне для обработки семян характеризуется очень большой интенсивностью нагрева, а также проникновением тепла во внутренние ткани семян, в результате чего возрастает вероятность снижения всхожести семян при недостаточной эффективности уничтожения болезнетворных организмов. Такой способ малоприменим на практике, так как при этом высушивается поверхность семян и вместе с болезнетворными организмами погибают сами семена. Для предотвращения чрезмерного высушивания семян в зону микроволновой обработки семян впрыскивают водяной пар. Микроволновая обработка с добавлением пара проводится при температуре 67–75 °С, и ее преимуществом является очень короткое время обработки – от 3 до 10 минут (рис. 1.3).

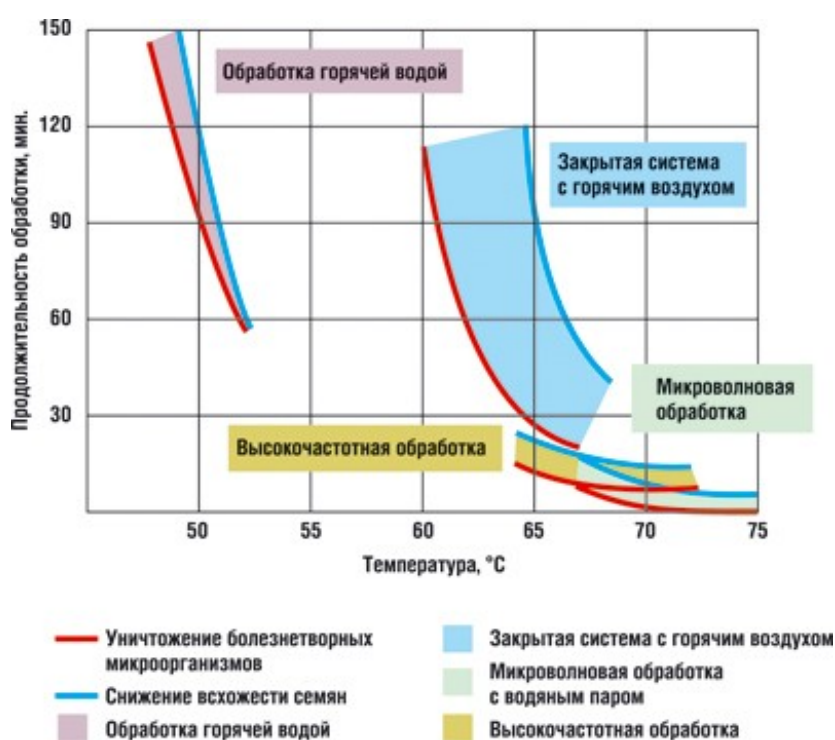


Рисунок 1.3 – Влияние видов обработки семян на их всхожесть и на болезнетворные микроорганизмы [25].

Микроволновая обработка позволяет полностью уничтожать болезнетворные организмы без снижения всхожести семян. Семена не увлажняются, отпадает необходимость в сушке. Недостатком способа только микроволнового воздействия является неравномерность нагрева семян. Однако дополнительное применение водяного пара уменьшает неравномерность нагрева до 1–2 °С.

В последнее время коммерциализован способ обработки семян низкоэнергетическими электронами. При этом интенсивной обработке подвергается только верхний слой семян. В 1995 году во Фраунгоферовском институте электронной и плазменной техники (Германия) была спроектирована установка для обработки семян зерновых электронами в условиях вакуума с производительностью 10 тонн в час. С 1997 году проводились работы по созданию установки для работы в условиях семенных хозяйств и при атмосферном давлении. В настоящее время уже разработаны машины для обработки семян с производительностью 20–30 тонн.

Электронные машины для обеззараживания семян работают по принципу телевизионной трубки: поток электронов движется от накаливаемого вольфрамового катода к аноду и через специальное окно направляется на семена. Энергия электронов рассчитана так, чтобы они проникали лишь в определенный поверхностный слой – семенную оболочку, но не глубже. В этом поверхностном слое толщиной около 0,05 мм электроны теряют свою кинетическую энергию, что ведет к омертвлению микроорганизмов, а зародыш, восприимчивый к электронам, не получает облучения. Благодаря этому исключается его повреждение, и данный метод не приводит к фитотоксическим либо генетическим побочным результатам – таким, как мутация. Единственная большая проблема метода состоит в том, что вся поверхность зерен в потоке семян

должна подвергаться бомбардировке электронами одновременно, поскольку только тогда может быть достигнуто надежное обеззараживающее действие.

Электронная обработка дешевле химических способов, и остатки семенного материала по усмотрению могут быть заложены на хранение либо скормлены скоту.

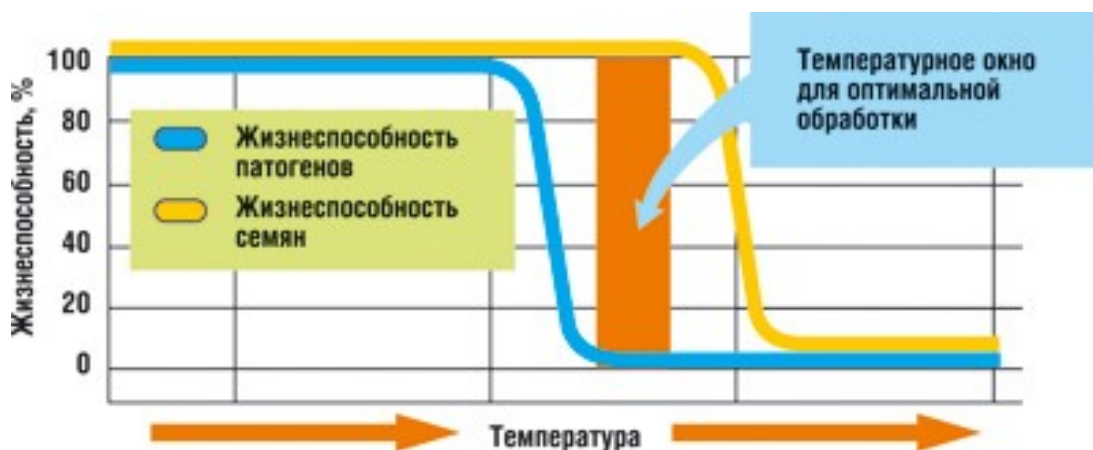


Рисунок 1.4 – Влияние температуры на жизнеспособность семян и патогенов [25].

Глава 2. Экспериментальное оборудование и методики исследования

2.1 Установка для формирования объёмного самостоятельного разряда в газах атмосферного давления

Рассмотрим установку [26] для формирования объёмного самостоятельного разряда (ОСР) в газах атмосферного давления, использованную при проведении экспериментов.

Объёмный самостоятельный разряд (ОСР) в газах и газовых смесях является одним из видов электрических разрядов. ОСР характеризуется однородным распределением тока по площади электродов и равными градиентами напряженности поля в объеме разряда.

Плазма ОСР в газах характеризуется достаточно высокой концентрацией носителей зарядов (электронов и ионов) $n_e = n_i \sim 10^{13} \div 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и находит применение в различных областях науки и техники: для накачки газовых лазеров, для очистки поверхностей различных материалов, для осуществления различных плазмохимических реакций, например, производства озона и т.п. Удельная энергия плазмы ОСР в газах достигает 10^3 Дж/л , а плотность энергии на поверхности электронов – $(2 \div 10) \text{ Дж/см}^2$. На поверхность электродов при этом воздействуют электроны с энергией порядка 10 эВ , ионы, жесткое УФ – излучение, что создает условия для протекания различных плазмохимических реакций на поверхности электродов.

Рассмотрим условия существования объёмного разряда:

1. Перед тем как приложить электрическое поле анод–катод на катоде необходимо создать однородный слой свободных электронов ($n_e \sim 10^7 \text{ см}^{-3}$).

2. Прикладываемое электрическое поле к промежутку анод–катод должно быть однородным. Это достигается конструкцией электродной системы.

3. Число родившихся электронов в разряде должно совпадать с числом электронов, достигнувших анод.

Первое условие выполняется с помощью предионизаторов различного типа. Это может быть ультрафиолетовое излучение, барьерный разряд, коронный разряд и т.д.

После того как выполнено первое условие прикладывают электрическое поле к промежутку анод–катод под действием которого, электроны с большой скоростью устремляются к аноду. Поскольку выполнено второе условие, электроны летят со всей области катода, равномерно распределенные в пространстве. На пути к аноду они рожают лавины, т.е. в процессе роста начинают перекрывать друг друга тем самым заполняя весь промежуток анод – катод.

Поскольку при приложении электрического поля анод–катод, электроны из катодной области устремились к аноду, а положительные ионы (обладающие большей массой и меньшей скоростью) остались, в области катода образовалось электрическое поле положительные ионы – катод (достигающие 300В). Под действием этого поля начинается эмиссия электронов с катода. Эти электроны и будут поддерживать объемный разряд.

Пока соблюдаются условия разряд будет гореть в объёмной стадии. Но в реальных условиях эксплуатации из-за тепловых неустойчивостей, неоднородностей электрического поля и т.д. в разряде появляются электроны, который обладает большей энергией. Эти электроны рожают больше лавин в определенной области, что приводит уменьшению сопротивления газового промежутка и как следствие к пробое.

Устройство состоит из генератора высоковольтных наносекундных импульсов и плазмохимического реактора.

Генератор высоковольтных импульсов построен на принципе электромагнитного сжатия электрических импульсов и состоит из задающего генератора и высоковольтного блока.

Плазмохимический реактор представляет собой электродную систему из катода с предионизатором и анода, предназначенными для формирования объёмного разряда при подаче электрического импульса на эту систему.

Схема формирования ОСР – трех электродная, с предионизатором, выполненным из кварцевых трубок, перфорированным и охлажденным водой катодом из нержавеющей стали. В качестве анода выступает обрабатываемый лист металла. Для исключения перехода ОСР в другую стадию применяется воздушное дутье по длине электродов с расходом $Q \sim (1 \div 3)$ л/с охлажденного воздуха (наружного). Обработанный воздух выведется из камеры через поглотитель озона.

Катод – потенциальный электрод, анод заземленный обрабатываемый лист.

Габариты полого катода – 1000 x 160 x 25 мм.

Катод располагается параллельно обрабатываемому листу, на расстоянии $d = 18$ мм от листа.

Предионизатор представляет собой электрод, выполненный из кварцевых трубок диаметром 3 мм, с нержавеющей проволокой внутри трубки. Трубки размещаются в пазах на поверхности катода, обращенной к обрабатываемому листу.

Таблица 2.1 – Параметры установки формирования ОСР

1. Задающий генератор	
амплитуда импульсов	~550 В
длительность импульсов	28 мкс
частота следования импульсов	600–1000 Гц
энергия, потребляемая из сети 380 В, 50 Гц	0,8 кВт
охлаждение блока	воздушное
габариты блока	590x300x280 мм
вес блока	19 кг
2. Высоковольтный блок формирования импульсов	
амплитуда импульсов на согласованной нагрузке	~20 кВ
длительность импульсов на полувывсоте	40 нс
энергия импульсов	0,4 Дж
охлаждение блока	водяное
габариты блока	550x400x280 мм
вес блока	52 кг
3. Реактор	
площадь катода	230x240 мм
расстояние анод – катод	17 мм
емкость предионизатор – катод	1000 пФ
разрядный объем	0,938 л
расход рабочего газа	≤ 200 л/час
вес реактора	10 кг

Преимущества:

- Простота конструкции плазмохимического реактора
- Высокая степень однородности плазменного объёма

- Возможность регулирования мощности устройства на два порядка
- Ресурс работы, достигающий $\sim 10^{11}$ импульсов
- Рабочие газы атмосферного давления: чистые N_2 , CO_2 , CO , He и д.р.,

Объемный самостоятельный разряд (ОСР) является источником низкотемпературной плазмы, УФ – излучения, озона, окислов азота. КПД ОСР, т.е. передача энергии генератора в плазму разряда, существенно выше, чем для барьерного разряда. Описываемое устройство предназначено для формирования ОСР в воздухе и других газах или их смесях, например, в азоте, углекислом газе, газообразных углеводородах атмосферного давления. Устройство можно использовать для обработки электропроводящих и диэлектрических тканых материалов, осуществления плазмохимических реакций, производства озона, дезинфекции и бактерицидной обработки помещений, и т.д.

Устройство состоит из высоковольтного наносекундного генератора и реактора – электродной системы для формирования ОСР. Высоковольтный генератор построен на принципах магнитного сжатия электрических импульсов и выполнен в виде двух блоков: низковольтного задающего и высоковольтного блока сжатия. Технические характеристики генератора высоковольтных импульсов приведены в табл. 2.1.

На передней стенке задающего блока расположены разъём для подключения питающей сети, выключатель питания генератора, ручка регулятора частоты срабатывания генератора. На задней стенке блока имеются выводы двухпроводной линии, соединяющие задающий и высоковольтный блоки, и вентилятор.

Реактор устройства расположен над высоковольтным блоком сжатия и представляет собой металлический корпус в котором размещены электродная система с предионизатором, схема формирования ОСР и воздушный вентилятор. Корпус имеет дверцу со стеклянным окном для наблюдения ОСР и штуцер для отвода продуктов разряда. Высоковольтные импульсы поступают от блока сжатия генератора на схему формирования через проходной изолятор на кожухе реактора. Внешний вид установки и электродной системы с предионизатором приведены соответственно на рис. 2.1, 2.2.



Рисунок 2.1 – Внешний вид установки.

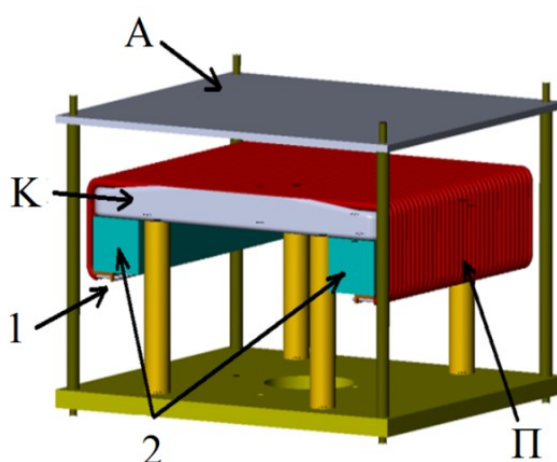


Рисунок 2.2 –Электродная система с предионизатором: А – анод, К – катод, П – предионизатор, 1 – коллектор, 2 – крепление предионизатора [26].

Анод А изготовлен из листовой нержавеющей стали, катод К – из дюралюминия. Габариты анода – 295x270x5мм, катода – 240x230x20мм. На поверхности катода, обращенной к аноду, имеются 34 паза.

Электрическая схема установки приведена на рис. 2.3.

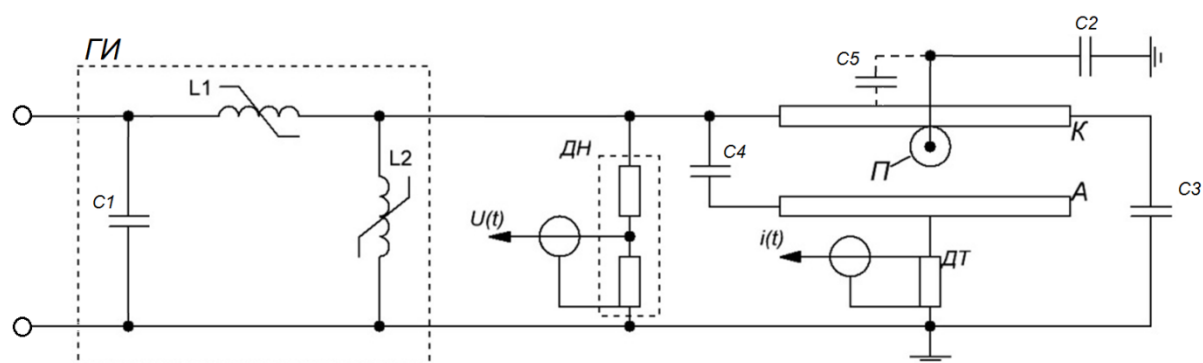


Рисунок 2.3 – Электрическая схема формирования ОСП [26].

На рис. 2.3 ГИ – выходное звено высоковольтного блока сжатия. $C1 = 500$ пФ. $L1$ – дроссель, 10 витков (3 кольца параллельно, М1000НН, К125x80x12), $L2$ – дроссель, 14 витков (2 кольца М1000НН, К80x50x7). $C2 = 470$ пФ, $C3 = 120$ пФ, А – анод, К – катод, П – предионизатор, ДН – датчик напряжения ДТ – датчик тока прямоугольного сечения. Глубина пазов – 3,4мм, ширина – 5,1мм. Предионизатор П – медные провода в полиэтиленовой изоляции, уложенные в пазах.

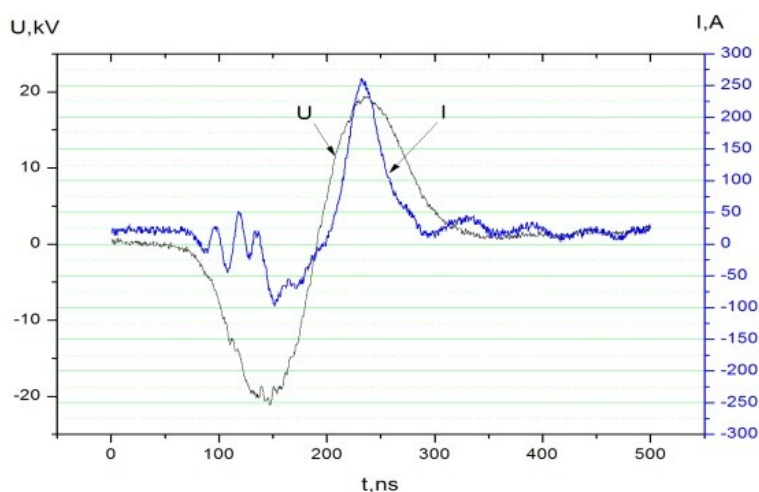
Диаметр провода по изоляции – 5,3 мм, диаметр медного проводника – 2,3 мм. Все проводники соединены параллельно на двух коллекторах 1. Обмен воздуха в процессе работы устройства осуществляется вентилятором производительностью 200л/мин. Продукты разряда выносятся из устройства в атмосферу через разрушитель озона.

Ресурсные испытания провода П были выполнены ранее на импульсах амплитудой 25кВ с периодом колебаний 20мкс. В описываемом устройстве

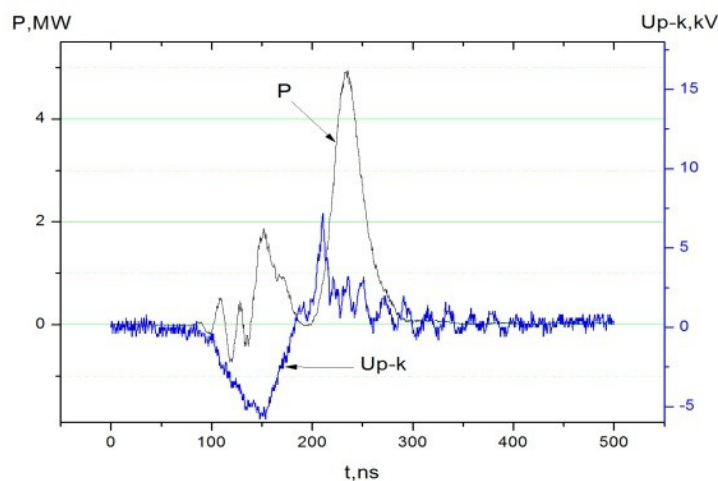
амплитуда и длительность высоковольтных униполярных импульсов на этих проводах не превышали значений 6кВ и 150нс.

Для измерения напряжения и разрядного тока использовались емкостно–омические датчики напряжения с коэффициентом передачи $K=1000$ и токовый датчик, сопротивление которого $R=0,023$ Ом. Постоянные времени используемых датчиков не хуже 10 нс. Для записи исследуемых сигналов применялся осциллограф TDS2022B.

Схема формирования ОСР показана на рис.2.3. Питание электродов А–К и предионизатора П осуществляется от генератора высоковольтных импульсов ГИ. Емкость П относительно катода $C5 = 900$ пФ. Емкость системы анод–катод $C4=60–90$ пФ в зависимости от расстояния между электродами. Особенности работы схемы связаны с большими емкостями предионизатора – $C5 = 900$ пФ, электродов – $C4 = 60 – 90$ пФ и срезающим дросселем $L2$ генератора ГИ. Большая емкость $C5$ относительно катода осложняет процесс формирования объемного самостоятельного разряда. Значение емкости $C2$, подключенной к П, следует выбирать так, чтобы, с одной стороны, обеспечить достаточную для формирования ОСР напряженность электрического поля на проводниках П, а, с другой стороны, суммарная емкостная нагрузка ($C2, C3, C4, C5$) не должна превышать емкость $C1$ генератора ГИ. При выполнении этих требований на катоде зажигается барьерный разряд и разрядном промежутке формируется ОСР. Осциллограммы тока и напряжения ОСР приведены на рис. 2.4 (а).



а)



б)

Рисунок 2.4 – Осциллограммы: а) Ток и напряжение ОСП; б) Мощность разряда P и напряжение предионизатор–катод U_{p-k} .

Одновременно насыщается сердечник дросселя $L2$, напряжение на разрядном промежутке снижается, происходит смена полярности напряжения на электродах. Так как разрядный промежуток уже заполнен плазмой объемного самостоятельного разряда достаточной плотности, разряд продолжается на положительной полярности импульса напряжения. Развиваемая в объемном самостоятельном разряде мощность состоит из двух

импульсов с разными амплитудами, рис 2.4 б. Рассчитанная по этим данным энергия разряда – 0,227Дж. Отметим, что емкость электродов С5 разряжается на плазму разряда накоротко и не даёт вклад в ток, измеряемый датчиком ДТ. Следовательно, мощность и энергия ОСР, рассчитанные по осциллограммам напряжения и тока занижены примерно на 10 – 20%. С учетом изложенного можно полагать КПД объемного разряда порядка 0,7 – 0,8.

1.2 Электронный ускоритель АСТРА–М

В данной работе эксперименты по обработке семян электронным пучком проводились на электронном ускорителе АСТРА–М.

Импульсный ускоритель электронов «АСТРА» 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[27]. Внешний вид ускорителя электронов АСТРА–М приведен на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 –Внешний вид импульсного ускорителя электронов «АСТРА–М».

Принципиальная электрическая схема ускорителя приведена на рис. 2.6.



Для получения достаточной информации о поглощенной дозе семян при обработке импульсным электронным пучком применялись дополнительные средства диагностики параметров импульсного электронного пучка.

Калориметр полного поглощения использовался для расчета энергии, которая переносится электронным пучком при выводе его в атмосферу. В качестве калориметра использовалась медная пластина. К ней присоединяли датчик температуры, показания которого записывали. Толщину пластины учитывали при расчетах.

Мониторинг изменения параметров работы ускорителя выполняет микроконтроллерная система автоматического управления, которая позволяет применять ускоритель «АСТРА–М» как для проведения работ под контролем оператора, так и для выполнения заданной программы в полностью автоматическом режиме. Панель оператора это персональный

компьютер со специализированным программным обеспечением (рис 2.7) и сетевой картой для Ethernet соединения с контроллером.

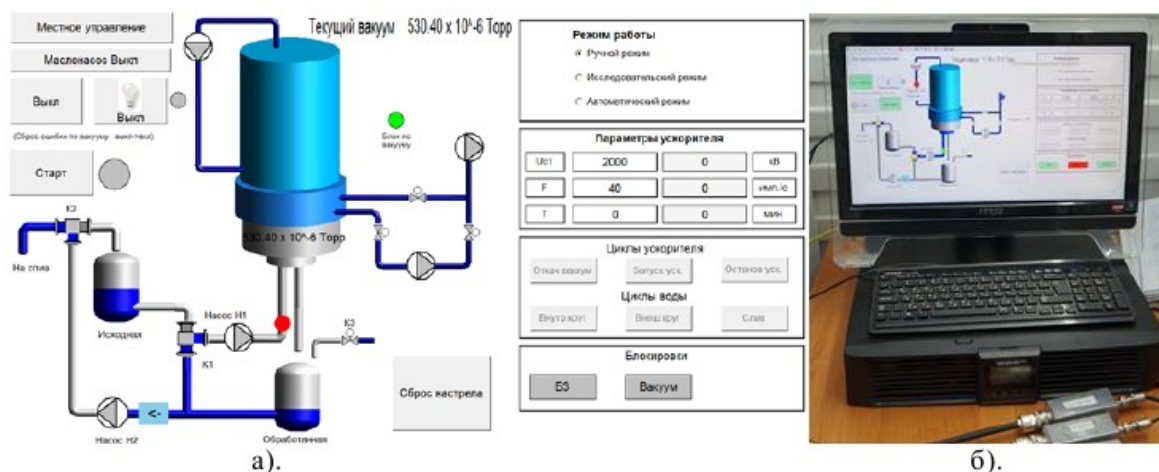


Рисунок 2.7 – Мнемосхема системы управления ускорителем (а) на панели оператора (б) [27].

Обработка электронным пучком на ускорителе АСТРА–М проводилась двумя методами. В первом методе семена были засыпаны в конус, куда осуществлялась подача воздуха. Во втором методе семена в один слой помещали на вибростол. Обе схемы приведены на рис. 2.8.

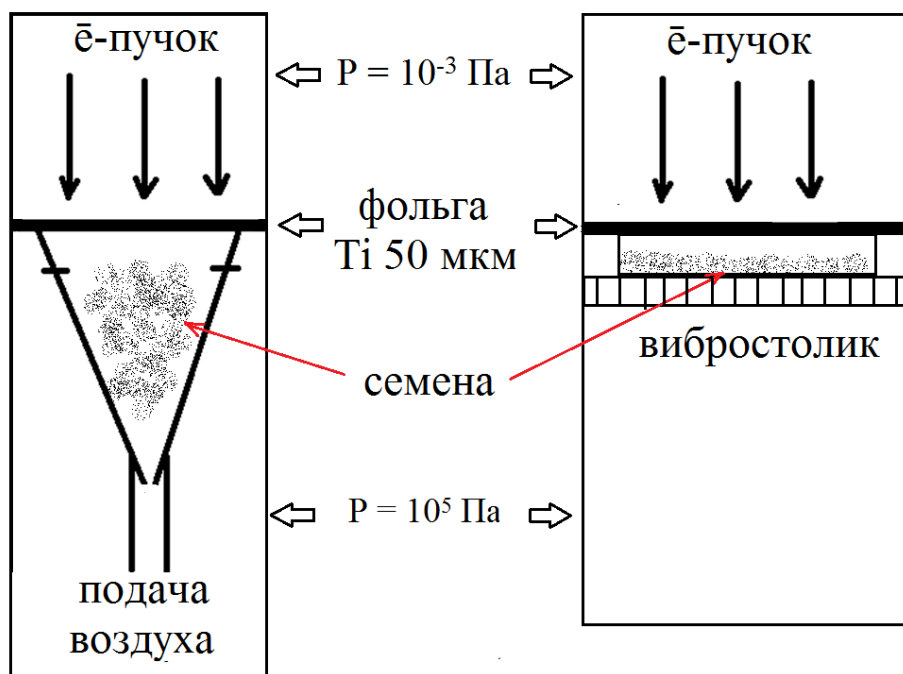


Рисунок 2.8 – Схема обработки семян электронным пучком.

Внешний вид приведенных схем показан на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 – Внешний вид крепления семян при обработке электронным пучком.

При обработке семян электронным пучком необходимо было рассчитать значение поглощенной дозы семенами. Расчет поглощенной дозы семян проводили по следующей формуле:

$$D(\text{Гр}) = \frac{E_z(\text{Дж})}{m_{\text{обз}}(\text{кг})} = \frac{\text{Дж/зерно}}{\text{кг}} = \text{Гр} = \text{Мрад/имп} \cdot \text{зерно}$$

где E_z – энергия, поглощенная зерном. Для измерения энергии использовали калориметр(в нашем случае использовалась медная пластинка).

E_z рассчитывается из пропорции:

$$S_{\text{пучка}} - E_{\text{пл}}$$

$$S_z - E_z,$$

где $S_{\text{пучка}}$ – площадь падающего на пластинку пучка,

S_z – площадь зерна,

$E_{\text{пл}}$ – энергия, подаваемая на пластинку. Следовательно,

$$E_z = \frac{S_z \cdot E_{\text{пл}}}{S_{\text{пучка}}},$$

Энергия, подаваемая на пластинку, рассчитывалась по формуле:

$$E = c \cdot m \cdot \Delta T,$$

где c – удельная теплоемкость,

m – масса облученной пластинки,

ΔT – рассчитанная температура. Берется разница температур:

$$\Delta T = (T_2 - T_1),$$

где T_1 – измеренная температура пластинки до облучения,

T_2 – измеренная температура пластинки сразу после облучения.

Масса пластинки рассчитывалась по формуле:

$$m = \rho \cdot V,$$

где ρ – плотность пластинки,

V – объем облученной пластинки. Рассчитывается по формуле:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где r – радиус падающего пучка,

h – толщина пластинки.

Площадь падающего пучка рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{пучка}} = \pi \cdot r^2.$$

2.3 Методика определения посевных качеств семян

В ходе проведения работы необходимо было определить посевные качества семян различных культур. К основным посевным качествам семян, которые мы определяли, относятся всхожесть, энергия прорастания семян, стойкость к заболеваниям.

Энергия прорастания – это показатель, который характеризует дружность прорастания семян, его проводят параллельно со всхожестью. Энергия прорастания показывает способность семян давать нормальные

проростки за установленный короткий срок. Этот срок меньше, чем для определения всхожести.

Всхожесть семян – количество нормально развитых проростков семян за определенное время. Период времени для определения всхожести для каждой культуры различен.

Эти показатели выражаются в процентах.

Порядок работы определения посевных качеств семян:

1. Из основной партии семян отбирают 4 партии по 100 штук для проращивания;
2. Раскладывают семена на влажную фильтровальную бумагу;
3. Сворачивают бумагу в рулоны и помещают в термостат;
4. При подсчете энергии прорастания считают и удаляют нормально проросшие семена, если имеются загнившие семена, их также удаляют и подсчитывают, не проросшие и ненормально проросшие семена оставляют для дальнейшего проращивания;
5. При подсчете всхожести разбирают все проросшие и не проросшие семена на группы: нормально проросшие, ненормально проросшие, набухшие, загнившие; подсчитывают количество семян в каждой группе;
6. Вычисляют процент всхожести по каждой партии, рассчитывают процент всхожести и энергии прорастания семян.

2.4 Методика по определению микробной обсемененности поверхности семян

При обработке семян было необходимо определить контаминацию [28], т. е. обсемененность микроорганизмами, а также инициальную контаминацию семян.

Под инициальной контаминацией семян имелось в виду начальная до стерилизации обсемененность микроорганизмами. Обычно инициальную

контаминацию определяют для выбора эффективной стерилизующей дозы облучения. Для выбора эффективной стерилизующей дозы облучения имеют значение количественные и качественные показатели инициальной контаминации. Необходимо определить количество живых микроорганизмов, которые обсеменяют одну единицу объекта, в нашем случае одного семени.

Чтобы получить объективные данные о контаминации семян, используют метод количественного определения обсемененности. Метод количественного определения контаминации основан на фильтрации смыва с объекта и внутренней упаковки его через миллипорные мембранные фильтры и последующего посева фильтров на твердую питательную среду в чашки Петри. Смыв производится стерильным физиологическим раствором, питательным бульоном или другой жидкой питательной средой для выращивания микроорганизмов; можно использовать дистиллированную воду с добавлением особых веществ, которые способствуют лучшему смыванию микроорганизмов с объекта. Чашки Петри инкубируют в термостате 24–48 часов, после чего учитывают результаты. Учет результатов производят подсчетом количества колоний, выросших на мембранном фильтре.

Глава 3. Результаты и обсуждение

3.1 Обработка семян в плазме ОСР

При обработке семян в плазме ОСР выделяется озон, у/ф – излучения, различные радикалы. При таком воздействии на семена происходит угнетение вредоносной микрофлоры, также происходит возбуждение химических процессов внутри семени. Благодаря этому должен ускоряться процесс произрастания семян.

В ходе проведения эксперимента обрабатывали семена таких культур как пшеница, эхинацея, козлятник в плазме ОСР. Основные параметры при которой проходила обработка семян на данной установке приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры обработки семян ОСР

Напряжение питания	380В, 50 Гц
Потребляемая мощность	≤ 800 Вт
Частота следования импульсов	1000 Гц
Энергия в импульсе	$\sim 0,3$ Дж
Амплитуда импульсов напряжения	20 кВ
Длительность импульса	~ 100 нс

Время экспозиции, при котором проводили обработку семян данным методом и вид культур обрабатываемых семян приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Время экспозиции при обработке семян

Культура	Пшеница			Эхинацея			Козлятник		
Количество семян, шт.	400	400	400	200	200	200	200	200	200
Время экспозиции, мин.	1	10	30	1	10	30	1	10	30

После проведения эксперимента обработанные семена были отданы на анализ, для проведения фитопатологической экспертизы на наличие различных болезней до и после обработки в плазме ОСР, а также для

определения таких посевных качеств как всхожесть, энергия прорастания, длина проростков, общая пораженность семян возбудителями семенных инфекций.

Данные, полученные в ходе экспериментов, обрабатывались с помощью пакета STATISTICA, ВЕРСИЯ 10.

Данные о длине проростков представлены в виде медианы. Статистическая значимость различия длин проростков пшеницы в разных вариантах учитывалась по непараметрическому критерию Mann–Whitney ($p < 0,05$).

Данные фитопатологического анализа семян пшеницы и их всхожесть представленные в виде вероятности с доверительным интервалом с учетом критерия Стьюдента для вероятностей от 25% до 75% ($p < 0,05$) и с учетом критерия Фишера для вероятностей меньше 25% и больше 75%.

Оценка достоверности полученных результатов фитоанализа семян пшеницы проводилась сравнением выборочных долей с учетом критерия Стьюдента для 95% уровня значимости для вероятностей 25–75 % включительно, с учетом критерия Фишера для других значений вероятностей. В табл. 3.3 показаны результаты фитопатологической экспертизы семян пшеницы.

Таблица 3.3 – Результаты фитопатологической экспертизы семян пшеницы

Время экспозиции	Пораженность, %					
	всего	из них				
		гельминт оспориоз	фузариоз	альтернариоз	бактериоз	плесневые грибы
контроль	31,3±7,4	2,0	16,0	0,7	10,7	2,0
1 мин	29,3±7,3	4,6	10,0	1,3	8,0	5,3
10 мин	36,0±7,7	4,7	15,3	0,0	12,7	3,3
30 мин	35,3±7,6	1,3	13,3	2,0	13,3	5,3

На рис. 3.1 – 3.44 приведены диаграммы по посевным показателям семян пшеницы. Варианты эксперимента: 1 – 1 мин., 2 – 30 мин., 3 – 10 мин., 4 – контроль.

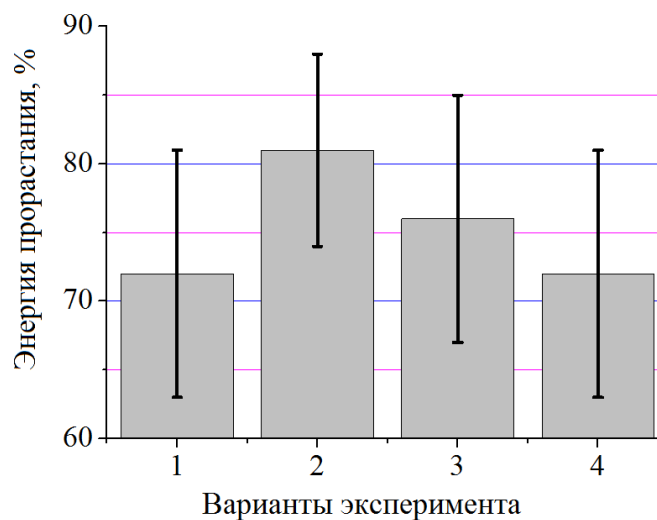


Рисунок3.1 – Энергия прорастания семян пшеницы в разных вариантах эксперимента.

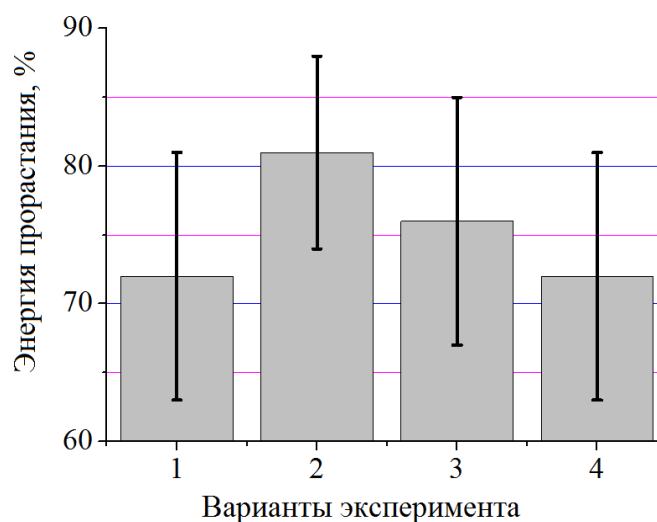


Рисунок3.2 – Всхожесть семян пшеницы.

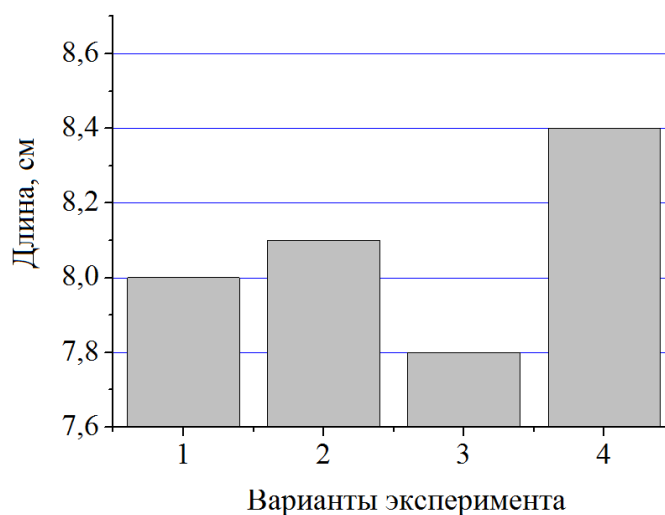


Рисунок 3.3 – Длина проростков пшеницы.

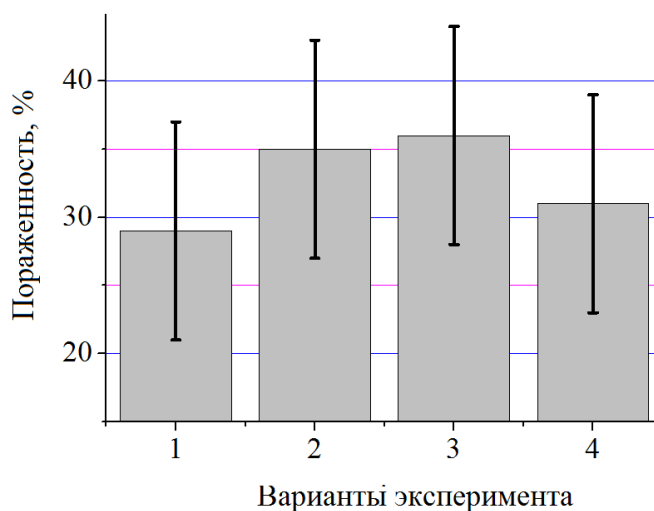


Рисунок 3.4 – Общая пораженность семян пшеницы возбудителями семенных инфекций.

Таким образом, проведенная фитоэкспертиза не показала особых различий между контролем и обработанными семенами. Во всех случаях имеется высокая инфицированность семян пшеницы возбудителями семенных инфекций. По данным диаграмма нельзя сделать однозначные выводы о влиянии обработки ОСР на основные посевные показатели семян, так как имеется большой разброс в доверительном интервале.

3.2 Обработка семян электронным пучком

Обработка семян ускоренными электронами – это метод, который не требует использования химических веществ, поэтому он является экологичным. При такой обработке зародыш зерна и эндосперма не повреждаются, а возбудители болезней погибают [16].

Обработка семян электронным пучком воздействует на все патогены, которые находятся внутри оболочки семени и на ней.

В ходе проведения экспериментов по обработке семян электронным пучком были облучены семена ржи в четырех режимах, варьируя экспозиционную дозу (2, 4, 8, 16 Мрад). Обработанные семена были отданы на проведение анализов по обсемененности поверхности семян для сравнения с контролем. Результаты представлены в табл. 3.4 и на рис.3.5.

Таблица 3.4 – Результаты обсемененности поверхности семян

	Контроль	Режимы											
		2 Мрад			4 Мрад			8 Мрад			16 Мрад		
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
ОМЧ, (КОЕ)*	> 40	2	10	4	0	4	0	4	2	0	0	2	4

ОМЧ – общее микробное число;

КОЕ – колониеобразующие единицы.

*Учитываются КОЕ в полном объеме смывной жидкости (1 мл). Площадь поверхности семян различна.



Рисунок 3.5 – Контроль результатов облучения ржи, 24 часа:

1 ряд – контроль обсемененности необлученного семени; 2 ряд – контроль обсемененности обработанных семян.

Закключение: при поглощенной дозе семян в диапазоне от 2 до 16 Мрад наблюдается ярко выраженное угнетение микробного роста облучением на всех режимах. Контроль стерильности среды обработанных семян– стерильно; контроль не обработанного семени – сплошной рост.

Также электронным пучком были обработаны семена пшеницы в диапазоне от 2 до 30 Мрад, которые были отданы на определение всхожести семян. Режимы проведения при облучении приведены в таблице 3.5. На рисунке 3.6 показаны обработанные семена пшеницы при 2 и 5 Мрад и контроль.

Таблица 3.5 – Режимы при облучении семян пшеницы

Культура	Число импульсов	Поглощенная доза, Мрад	Конус (К) / вибростол (В)
Пшеница	4	2 Мрад	В
	2	5 Мрад	В
	20	10 Мрад	В
	60	30 Мрад	В
	100	–	К

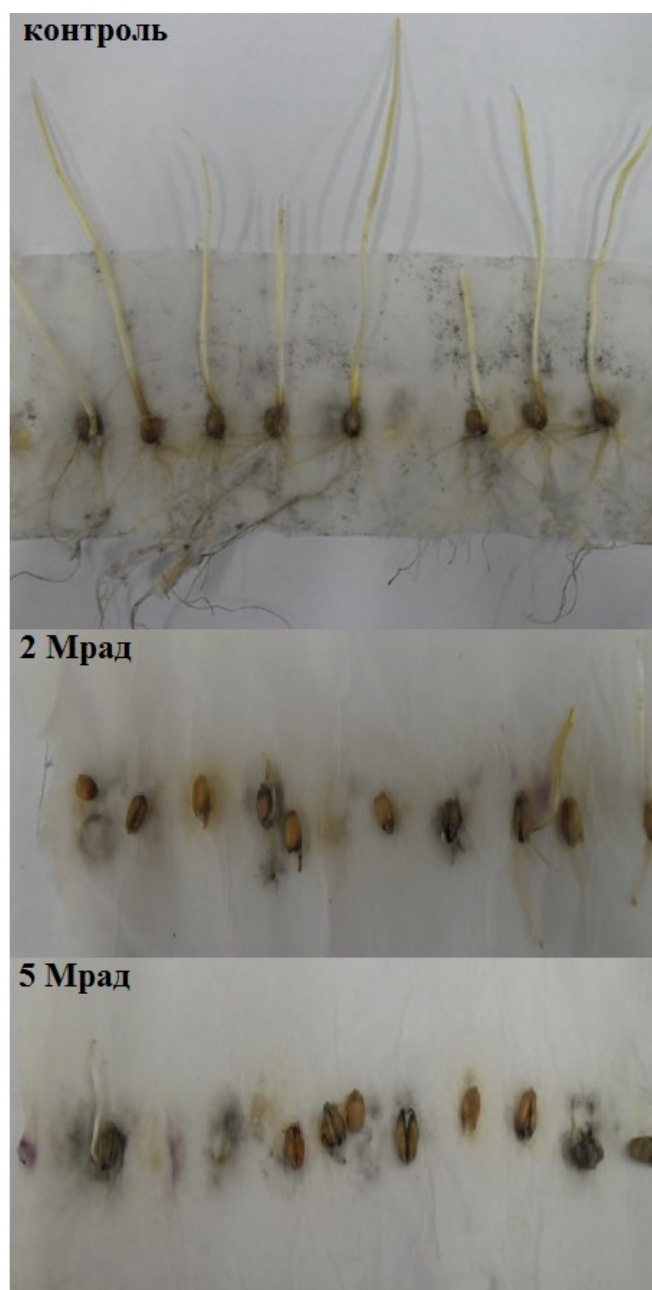


Рисунок 3.6 – Обработанные семена пшеницы и контроль.

Из рисунка можно сделать выводы, что поглощенная доза выше 2 Мрад является летальной для обработки семян пшеницы и они не всходят.

При дальнейшей обработке семян электронным пучком был выбран диапазон от 0,4 до 1,2 Мрад. Были взяты семена таких культур как пшеница, рожь. Результаты приведены в табл. 3.6 и на рис. 3.7–3.8.

Таблица 3.6 – Результаты обсемененности поверхности семян

Режим, Мрад	Проба	ОМЧ на поверхности семян, КОЕ*	
		Пшеницы	Ржи
0,4	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
0,8	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
1,2	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
Контроль		20	75

*Учитываются КОЕ в полном объеме смывной жидкости (500 мкл). Площадь поверхности семян различна.

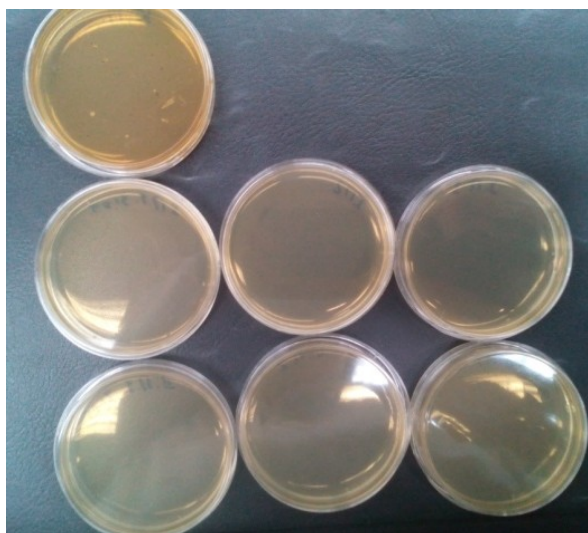


Рисунок 3.7 – Контроль результатов облучения пшеницы, 24 часа:
1 ряд – контроль обсемененности необлученного семени; 2 ряд – режим 1;
3 ряд – режим 2.

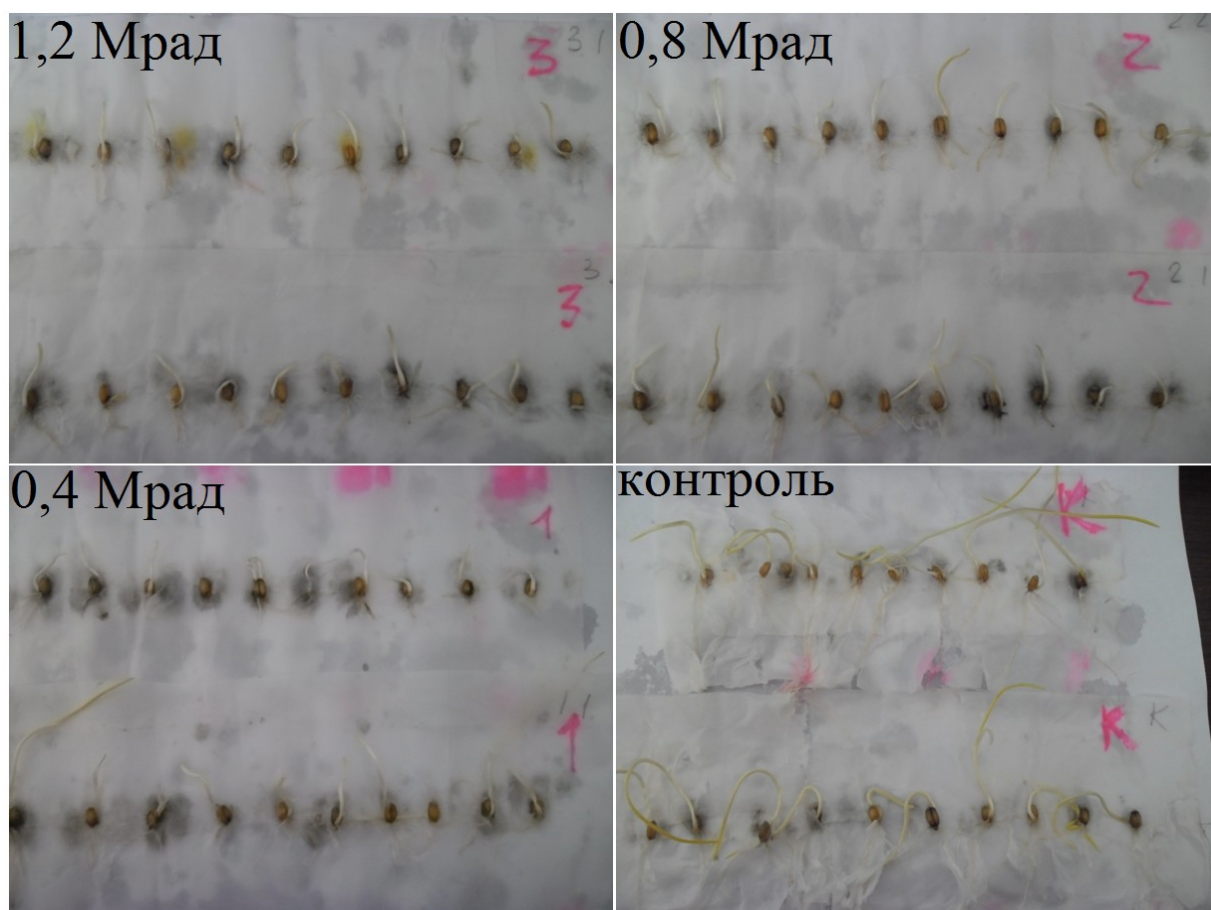


Рисунок 3.8 – обработанные семена пшеницы и контроль.

Заключение: наблюдается ярко выраженное угнетение микробного роста на поверхности семян пшеницы и ржи облучением на всех 3-х режимах (отсутствие микробного роста). Контроль стерильности среды облученных семян – стерильно. Семена в диапазоне поглощенных доз от 0,4–1,2 Мрад всходят, но намного хуже чем контроль.

4 Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Для повышения урожайности сельскохозяйственных растений используются различные способы. К ним относятся обработка семян ультразвуком, рентгеновскими и гамма-лучами, импульсным концентрированным солнечным светом. Однако многие из них еще находятся в стадии исследований и требуют серьезных испытаний.

Целью данной работы является повышение всхожести семян различных культур после обработки пучково–плазменными методами.

В рамках данной работы были выбраны методы: обработка объемным самостоятельным разрядом (ОСР) с сопутствующим озонированием и обработка электронным пучком (ē–пучок).

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научного – исследовательского проекта, разработка механизма управления, а также контроль проектных этапов реализации.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- разработка общей экономической идеи проекта;
- организация работ по научно–исследовательскому проекту;
- определение различных возможностей проведения научных исследований;
- планирование научно–исследовательских работ;
- оценки перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Представлены результаты следующих этапов управления научным проектом:

- Инициация проекта;
- Планирование проекта;

– Исполнение проекта.

4.1 Инициация проекта

Группа процессов инициации [29] состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Также определяются изначальные цели и содержание, фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес – потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Устав научного проекта магистерской работы должен иметь следующую структуру:

1. Цели и результат проекта.

Заинтересованной стороной проекта является кафедра ЭФ ФТИ Томского политехнического университета.

В табл. 1 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 4.1 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработать ресурсоэффективную методику повышения посевных качеств семян различных культур путем предварительной обработки семян пучково–плазменными методами.
Ожидаемые результаты:	Повышение посевных качеств семян различных культур.
Критерии приемки результата проекта:	Научный отчет о влиянии параметров обработки объемным самостоятельным разрядом и электронным пучком на посевные качества (всхожесть, энергия

	прорастания и стойкость к заболеваниям) семян пшеницы, ржи, эхинацеи и козлятника.
Требования к результату проекта:	Требования: 1. Повышение посевных качеств семян на статистически значимую величину. 2. Получение результатов проекта в указанное в проекте время. 3. Описанные в научном отчете результаты должны обладать научной новизной.

Организационная структура проекта

На данном этапе работы решались следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в табл.4.2.

Таблица 4.2 – Рабочая группа проекта

п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
	Ремнев Г.Е. Заведующий лабораторией № 1 ИФВТ, профессор кафедры Экспериментальной физики ФТИ Томского политехнического университета	Руководитель проекта	1. Разработка технического задания (ТЗ) по проекту 2. Разработка методики экспериментальных исследований 3. Анализ полученных результатов 4. Обобщение и оценка эффективности полученных результатов	30 16 24 16
	Ежов В.В. Инженер лаборатории № 1 ИФВТ	Исполнитель по проекту	1. Подготовка ускорителя электронов к проведению проекта 2. Проведение экспериментальных исследований 3. Анализ и обобщение полученных результатов 4. Подготовка отчета о проделанной	40 24 8 16

			по проекту работе	
	Журавлев М.В. Инженер– исследователь лаборатории № 1 ИФВТ	Исполнитель по проекту	1. Подготовка источника объемного самостоятельного разряда к проведению проекта 2. Проведение экспериментальных исследований 3. Анализ и обобщение полученных результатов 4. Подготовка отчета о проделанной по проекту работе	68 24 8 16
	Исемберлинова А.А. Магистрант	Исполнитель по проекту	1. Анализ научно–технической литературы 2. Проведение экспериментальных исследований 3. Анализ и обработка полученных результатов 4. Обобщение и оценка эффективности полученных результатов 5. Оформление научного отчета о результатах проекта 6. Подготовка к защите ВКР	185 55 76 18 18 45
Итого				687

Контрольные события проекта

В рамках данного раздела определены ключевые события проекта, определены даты и результаты. Эта информация представлена в табл.4.3.

Таблица 4.3 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Разработка ТЗ на ВКР	15.03.2016	
1.1	Составление технического задания	16.03–20.03.2016	
1.2	Утверждение технического задания	20.03.2016	Приказ о защите ВКР
2	Выбор направления исследования и способов решения задач	16.03–30.03.2016	

2.1	Анализ научно–технической литературы	25.03–20.04.2016	Список литературы
3	Подготовка экспериментальных установок (ускорителя электронов и источника объемного самостоятельного разряда) к проведению проекта	10.04–30.04.2016	
3.1	Разработка методики экспериментальных исследований	20.04–05.05.2016	Методика
3.2	Проведение экспериментальных исследований	30.04–30.05.2016	Лабораторный журнал
4	Анализ и обработка полученных результатов	25.05–30.05.2016	Научные результаты
4.1	Обобщение и оценка эффективности полученных результатов	29.05–04.06.2016	
4.2	Оформление научного отчета о результатах проекта	01.06.2016–05.06.2016	Научный отчет
4.3	Оформление пояснительной записки	05.06–10.06.2016	Магистерская диссертация
5	Подготовка к защите ВКР	11.06–20.06.2016	

4.2 Планирование проекта

План проекта

В рамках планирования выпускной квалификационной работы был построен календарный график работы (табл.4.4).

Таблица 4.4 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников Ф.И.О
1	Разработка ТЗ на	1	15.03.2016	15.03.2016	руководитель

	ВКР				
1.1	Составление технического задания	4	16.03.2016	20.03.2016	руководитель, дипломник
1.2	Утверждение технического задания	1	20.03.2016	20.03.2016	руководитель
2	Выбор направления исследования и способов решения задач	14	16.03.2016	30.03.2016	дипломник
2.1	Анализ научно– технической литературы	25	25.03.2016	20.04.2016	дипломник
3	Подготовка экспериментальн ых установок (ускорителя электронов и источника объемного самостоятельног о разряда) к проведению проекта	20	10.04.2016	30.04.2016	исполнители по проекту, дипломник
3.1	Разработка методики экспериментальн ых исследований	15	20.04.2016	05.05.2016	руководитель, дипломник
3.2	Проведение экспериментальн ых исследований	30	30.04.2016	30.05.2016	исполнители по проекту, дипломник
4	Анализ и обработка полученных	5	25.05.2016	30.05.2016	дипломник

	результатов				
4.1	Обобщение и оценка эффективности полученных результатов	5	29.05.2016	04.06.2016	руководитель, дипломник
4.2	Оформление научного отчета о результатах проекта	5	01.06.2016	05.06.2016	дипломник
4.3	Оформление пояснительной записки	5	05.06.2016	10.06.2016	дипломник
5	Подготовка к защите ВКР	9	11.06.2016	20.06.2016	дипломник
Итого		139			

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График построен в виде табл.4.5 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.5 – Календарный план – график проведения ВКР по теме

№ работы (из ИСР)	кал. дн.	Испол- нители	Март		Апрель			Май			Июнь	
			Декады									
			1	2	1	2	3	1	2	3	1	2
1	1	Р										
1.1	4	Р,Д										
1.2	1	Р										
2	14	Д										
2.1	25	Д										
3	20	Исп., Д										
3.1	15	Р,Д										
3.2	30	Исп., Д										
4	5	Д										
4.1	5	Р, Д										
4.2	5	Д										
4.3	5	Д										
5	9	Д										



– Руководитель



– Дипломник



– Исполнители

4.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для

выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно–заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье заносятся в табл.4.6.

Таблица 4.6 – Расчёт затрат по статье "Сырьё и материалы"

Наименование	Единица измерения	Используемое количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Семена пшеницы	кг	0,2	48	9,6
Семена эхинацеи	кг	0,1	2000	200
Семена козлятника	кг	0,1	68	6,8
Семена ржи	кг	0,2	40	8
Фильтровальная бумага в рулонах	кг	0,4	280	112
Дистиллированная вода	л	2	30	60
Спирт этиловый	л	0,3	300	90
Всего за сырьё и материалы				486,4
Транспортно–заготовительные расходы (3–5%)				24,32
Итого по статье См				510,72

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При выполнении данной работы используемое оборудование имелось в организации, поэтому его стоимость учитывалась в виде амортизационных отчислений.

Сумма амортизационных отчислений рассчитывается по следующей формуле:

$$C_a = \sum_i^n \frac{C_{бал} \cdot H_a \cdot g_i \cdot t}{\Phi_{эф}}$$

где $C_{бал}$ – стоимость i -го вида оборудования, руб;

H_a – норма годовых амортизационных отчислений;

g_i – количество единиц i -го вида оборудования;

t – время работы i -го вида оборудования;

$\Phi_{эф}$ – эффективный фонд времени работы оборудования.

Эффективный фонд рабочего времени $\Phi_{эф}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$\Phi_{эф} = (\Phi_{кал} - \Phi_{пр,вых}) \cdot k_{см} \cdot k_{нп}$$

где $\Phi_{кал}$ – количество календарных дней в году, дни;

$\Phi_{пр,вых}$ – количество праздничных и выходных дней в году, дни;

$k_{см}$ – коэффициент сменности (в данном случае $k_{см}=1$);

$k_{н.п.}$ – коэффициент неучтённых потерь ($k_{н.п.}=20\div30\%$).

Эффективный фонд рабочего времени составляет 250 дней.

Таблица 4.7 – Расчёт затрат на специальное оборудование

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Норма Амортизации, %	Время использования, час	Сумма амортизационных отчислений, руб.
Компьютер	25000		400	25000
Электронный ускоритель	10000000	17	10	8500
Источник объемного самостоятельного разряда	2000000	13	6	780
Итого по статье Са				34280

Затраты на потребляемую электроэнергию рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{эл} = W_y \cdot T_g \cdot S_{эл}$$

где W_y — установленная мощность, кВт;

T_g — время работы оборудования, час;

$S_{эл}$ — тариф на электроэнергию.

Тариф в 2016 в Томской области на электроэнергию составляет – 2,28 руб/кВт·час. Расчёт затрат на потребляемую электроэнергию представлен в табл.4.8.

Таблица 4.8 – Расчёт затрат на потребляемую электроэнергию

Наименование оборудования	Мощность прибора, кВт	Продолжительность работы, час	Сумма, руб.
Компьютер	0,3	400	273,6
Электронный ускоритель	75	10	1710
Источник объемного самостоятельного разряда	30	6	410,4
Лампа дневного освещения (6 шт.)	0,4	416	379,4
Итого по статье Сэ			2773,4

Таблица 4.9 – Общие затраты

Затраты	Сумма, рублей
Сырье, материалы	510,72
Сумма амортизационных отчислений	34280
Затраты на потребляемую электроэнергию	2773,4
Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИР	81446,5
Отчисления на социальные нужды	20217,9
Накладные расходы	53914,34
Итого себестоимость, $C_{нир}$ руб	193142,86

Основная заработная плата

В настоящую статью включена основная заработная плата научных и инженерно–технических работников, непосредственно участвующих в

выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Рассчитывается основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{ЗП} = З_{ОСН} + З_{ДОП}$$

где $З_{ОСН}$ – основная заработная плата;

$З_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата.

Для руководителя: $C_{ЗП} = 22754,24 + 2275,42 = 25029,66$ рублей;

для дипломника: $C_{ЗП} = 20180,2 + 2018,02 = 22198,2$ рублей;

для исполнителя 1: $C_{ЗП} = 19759,3 + 1975,9 = 21735,2$ рублей;

для исполнителя 2: $C_{ЗП} = 18752,76 + 1875,3 = 20628,1$ рублей;

Основная заработная плата $З_{ОСН}$ рассчитывается по формуле:

$$З_{ОСН} = З_{ДН} \cdot T_{РАБ}$$

Где $T_{РАБ}$ – продолжительность работ, выполняемых научно–техническим работником, раб. дн.;

$З_{ДН}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Значит, для руководителя: $З_{ОСН} = 1422,14 \cdot 16 = 22754,24$ рублей;

для дипломника: $З_{ОСН} = 246,1 \cdot 82 = 20180,2$ рублей;

для исполнителя 1: $З_{ОСН} = 859,12 \cdot 23 = 19759,3$ рублей;

для исполнителя 2: $З_{ОСН} = 1041,82 \cdot 18 = 18752,76$ рублей.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{ДН} = (З_M \cdot M) / F_D$$

где $З_M$ – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 5674,5руб);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Тогда, для руководителя: $З_{дн} = (33775,83 \cdot 10,4) / 247 = 1422,14$ рублей;

для магистранта: $З_{дн} = (4917,9 \cdot 11,2) / 223 = 246,1$ рублей;

для исполнителя 1: $З_{дн} = (17105,77 \cdot 11,2) / 223 = 859,12$ рублей;

для исполнителя 2: $З_{дн} = (20743,41 \cdot 11,2) / 223 = 1041,82$ рублей.

Баланс рабочего времени представлен табл.4.10.

Таблица 4.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник	Исполнитель 1	Исполнитель 2
Календарное число дней	365	365	365	365
Количество нерабочих дней:				
– выходные дни	56	104	104	104
– праздничные дни	14	14	14	14
Потери рабочего времени:				
– отпуск	48	24	24	24
– невыходы по болезни	–	–	–	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	223	223	223

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_M = З_B \cdot K_P$$

где $З_B$ – базовый оклад, руб;

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

Основная заработная плата профессора составляет 33162,87 руб., согласно «Положению об оплате труда» ТПУ.

Для руководителя: $Z_M = 33162,87 \cdot 1,3 = 43111,73$ рублей;

для исполнителя 1: $Z_M = 8000 \cdot 1,3 = 10400$ рублей;

для исполнителя 2: $Z_M = 8000 \cdot 1,3 = 10400$ рублей.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб.	кр	Зм, руб	Здн, руб.	Траб, раб.дн.	Зосн, руб.
Руководитель	33162,87	1,3	43111,73	1122,14	16	22754,24
Дипломник	4917,9			246,1	82	20180,2
Исполнитель 1				859,12	23	19759,3
Исполнитель 2				1041,82	18	18752,76
Итого Зосн						81446,5

Дополнительная заработная плата научно – производственного персонала

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

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

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты ($k_{\text{доп}} = 0,1$);

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

Для руководителя: $Z_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 22754,24 = 2275,42$ рублей;

для исполнителя 1: $Z_{\text{доп}} = 0,1 \cdot 19759,3 = 1975,93$ рублей;

для исполнителя 2: $З_{доп} = 0,1 \cdot 18752,76 = 1875,28$ рублей;

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

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

Для руководителя: $C_{внеб} = 0,3 \cdot (22754,24 + 2275,42) = 7508,9$ рублей;

для исполнителя 1: $C_{внеб} = 0,3 \cdot (19759,3 + 1975,93) = 6520,6$ рублей;

для исполнителя 2: $C_{внеб} = 0,3 \cdot (18752,76 + 1875,28) = 6188,4$ рублей.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

На эту статью относится стоимость контрагентных работ, т.е. работ, выполненных сторонними организациями и предприятиями по заказу данной научно–технической организации, результаты которых используются в конкретном НТИ. Затраты равны нулю, т.к. все работы осуществляются своими силами.

Накладные расходы

В эту статью относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70–90 % от суммы основной заработной платы научно–производственного персонала данной научно–технической организации.

Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = K_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Для руководителя: $C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot (22754,24 + 2275,42) = 20023,73$ рублей;

для исполнителя 1: $C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot (19759,3 + 1975,93) = 17388,18$ рублей;

для исполнителя 2: $C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot (18752,76 + 1875,28) = 16502,43$ рублей.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составлена калькуляция плановой себестоимости НТИ приведенная в табл. 4.9.

По результатам расчетов получили, что для выполнения данного НИР требуется четыре человека: научный руководитель, два исполнителя и дипломник. Приведен план проекта и рассчитан бюджет научного исследования.

Итоговая себестоимость НИР составила 193143,86 рублей, время, необходимое для ее выполнения, составило 139 календарных дня.

Глава 5. Раздел «Социальная ответственность»

В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду. Это является основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Настоящий Федеральный закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально–экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности [30].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально–экономические, организационно–технические, санитарно–гигиенические, лечебно–профилактические, реабилитационные и иные мероприятия;

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Каждый работник имеет право на безопасные условия труда и не должен подвергаться вредным и опасным производственным факторам, которые могут привести к заболеванию либо травме работника. Государственными нормативными требованиями охраны труда (далее – требования охраны труда), содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации об охране труда, устанавливаются правила и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности [31].

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При работе на электронном ускорителе имеют место следующие опасные и вредные производственные факторы: повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне, электрический ток.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [31]. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обработка семян на электронном ускорителе в лаборатории №1 ИФВТ	Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне		Нормы радиационной безопасности (НРБ–99/2009). СП 2.6.1.2523–09.
		Электрический ток	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность

	Воздействие радиации (ВЧ,УВЧ,СВЧ и т.д.)		СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»
		Пожарная безопасность	ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.

В целях защиты работника от влияния производственных факторов он должен пользоваться средствами индивидуальной и коллективной защиты. Это технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных или опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения [31].

Опасные и вредные производственные факторы разделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным физическим производственным факторам при работе на электронном ускорителе и ПЭВМ относятся электрический ток и вероятность возникновения пожара, а также повышенные уровни шума, вибрации, различные излучения — ионизирующие, электромагнитные и др.

К психофизиологическим вредным производственным факторам относятся физические (статические и динамические) и нервно–психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения и др.) [32].

Защита от вредных и опасных производственных факторов обеспечивается снижением их уровня в источнике и применением профилактических и предохранительных мер. При этом компетентность людей в области производственных опасностей и способов защиты от них — необходимое условие обеспечения их безопасности [33].

5.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих при работе на электронном ускорителе и ПЭВМ

5.2.1 Организационные мероприятия

Все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

Для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшим.

Для лиц, поступающих на работу с вредными или опасными условиями труда, на которой в соответствии с законодательством об охране труда требуется профессиональный отбор, работодатель обеспечивает обучение безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, а в процессе трудовой деятельности — проведение периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда [31].

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя.

Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на рабочем месте;
- проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований) работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда [31].

Работник обязан:

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования) [31].

5.2.2. Требования к рабочему пространству

Основные параметры, характеризующие условия труда при работе с ПЭВМ это: микроклимат, шум, вибрация, электромагнитное поле, излучение, освещённость.

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии со [34] и приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	23–25	40–60	0,1
Теплый	23–25	40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещение должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40%, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20..25 °С, зимой – 13..15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери.

Основной недостаток такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

Шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видео-кабеля. Согласно [34] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц – 25 В/м;
- в диапазоне частот 2 кГц–400 кГц – 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц – 250 нТл;
- в диапазоне частот 2 кГц–400 кГц – 25 нТл.

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить нарушение нормальной свертываемости крови, увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение иммунитета и др.

Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50мкбэр/час. По нормам [34] конструкция ЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05м от экрана не более $7,7 \cdot 10^{-4}$ А/кг, что соответствует эквивалентной дозе, равной 100 мкР/час.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

5.2.3 Общие требования к организации рабочих мест оператора ПЭВМ

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее 2,0м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно–цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом

его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно–плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно–поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений [32].

5.2.4 Радиационная безопасность

Основной целью обеспечения безопасности радиационного излучения (РИ) при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, является предотвращение радиационного воздействия на работающий персонал сверх установленных пределов [35].

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения персонала от всех источников излучения (принцип нормирования);

- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации) [36, 37].

5.3 Электробезопасность

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ и другими электронными установками в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования.

Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами.

Существует опасность электропоражения в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта;

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей);
- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Значения напряжения и токов

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0
Примечания:		
1 Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.		
2 Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.		

5.4 Пожарная и взрывная безопасность

Согласно [38], в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд

профилактических мероприятий.

Возможные причины загорания:

- неисправность токоведущих частей установок;
- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткие замыкания в блоке питания;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

К режимным мероприятиям относятся, установление правил организации работ, и соблюдение противопожарных мер. Для предупреждения возникновения пожара от коротких замыканий, перегрузок и т. д. необходимо соблюдение следующих правил пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов;
- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева

оборудования);

–правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения – предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);

–обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;

–издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;

–соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;

–правильное размещение оборудования;

–своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Заключение

В ходе проведения работ были обработаны семена различных культур в плазме объемного самостоятельного разряда и электронным пучком с целью повышения посевных качеств семян.

Обработанные и необработанные семена были отданы на анализ для проверки обсемененности поверхности семян, также была проведена фитопатологическая экспертиза с целью выявления различных видов заболеваний, вызванных возбудителями инфекций.

Была определена всхожесть, энергия прорастания семян, длина их побегов. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. При обработке семян электронным пучком в диапазоне от 0,4 Мрад и выше наблюдается угнетение микробного роста на поверхности семян. Планируется выявить пороговое значение микрообсемененности поверхности семян, при котором будет проявляться эффект угнетения микробного роста.

2. При электронной обработке семян в диапазоне выше 2 Мрад обработанные семена не всходят. Было определено, что обработка при таких дозах губительно повлияла на зародыш семени, в связи с чем, поглощенная доза была снижена. При поглощенной дозе семян от 0,4 до 1,2 Мрад семена всходят, но показатель всхожести намного ниже, чем у необработанных семян. Планируется провести эксперименты по обработке семян при более низких показателях поглощенных доз.

3. При обработке семян в плазме объемного самостоятельного разряда однозначных выводов сделано не было, так как был большой разброс в доверительном интервале полученных результатов.

Список использованных источников:

1. Лапшин И. П., Снегирева Н. В., Кизуров А. С. Выявления зараженности семян пшеницы для определения параметров сушки // Молодой ученый. – 2015. – №6.5. – С. 7–10.
2. Хасанов Э. Р. Предпосевная обработка семян токами СВЧ с последующей инкрустацией // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – т. 45. – № 5. – С. 83–86.
3. Стерхова Т. Н., Савушкин А. В., Сиротин А. А., Корнаухов П. Д. Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 24. – №. 1. – С. 96–103.
4. Важенин Е.И. Совершенствование технологий длительного хранения овощного сырья // Дисс. канд. техн. наук. - Красноград, 2014.–149 с.
5. Чёрная М. А., Косулина Н. Г., Аврунин О. Г. Анализ проблем предпосевной обработки семян на основе электромагнитных технологий // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – №. 141. – С. 93–94.
6. Жолобова М.В. Анализ установок для предпосевной обработки семян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2012. – № 83. – С. 365–374. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/03.pdf>.
7. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующего излучения: Учебное пособие по курсу «Экологическая биофизика». – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2012. – 73 с.
8. Радиобиология / Белов А. Д., Киршин В. А., Лысенко Н. П. и др.; под ред. Белова А. Д. – М.: Колос, 1999. – 384 с.
9. Чиж Т. В., Козьмин Г. В., Полякова Л. Н., Мельникова Т. В.

Радиационная обработка как технологический прием в целях повышения уровня продовольственной безопасности // Вестник Российской академии естественных наук. – 2011. – №. 4. – С. 44–49.

10. Алексахин Р. М., Санжарова Н. И., Козьмин Г. В., Гераськин С. А., Павлов А.Н. Перспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Вестник Российской академии естественных наук. – 2014. – №. 1. – С. 78–85.

11. Ивановский Ю.А. Радиационный гормезис. Благоприятны ли малые дозы ионизирующей радиации? // Наука - медицине 2006. - №6. - С. 86–91.

12. Гудков И. Н., Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии: Учеб. для вузов. – Киев: Изд-во УСХА, 1991. – 328 с.

13. Ерохин А. И., Цуканова З. Р. Физические методы предпосевной обработки семян и эффективность их // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – т. 11. – № 3. – С. 84–88.

14. Фокин А. Д., Лурье А. А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. – М.: Дрофа. 2005. – 367 с.

15. Комар Е. Г. Основы ускорительной техники. – М.: Атомиздат, 1975. – 368 с.

16. Elektronenbehandlungvonsaatgut [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://www.fep.fraunhofer.de/content/dam/fep/de/documents/Produktflyer/Elektronenbehandlung%20von%20Saatgut_DE_V2_1_net.pdf.

17. Нижарадзе Т. С. Сравнительная эффективность физического и биологического методов предпосевной обработки семян яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 65. – №. 3. – С. 41–43.

18. Алтухов И. В., Федотов В. А. Взаимодействие ИК – излучения различных длин волн на семена пшеницы // Ползуновский Вестник. – 2011. – №2/1– С. 156–159.
19. Лазерные технологии в сельском хозяйстве / под. ред. Будаговского А. В., Ковша И. Б. – М.: Техносфера, 2008. – 272 с.
20. Шевченко А. А., Сапрунова Е. А. Исследование влияния озона на ростовые процессы семян кукурузы // Научный журнал КубГАУ. – 2015. –Т. 1. – №105. – С. 1–15.
21. Нормов Д. А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве // Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 36 с.
22. Старухин Р.С., Белицын И. В., Хомутов О. И., Метод предпосевной обработки семян с использованием эллиптического электромагнитного поля // Ползуновский вестник. – 2009. – №4, –С. 97–103.
23. Гордеев Ю.А. Методологические и агробиологические основы предпосевной биоактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Смоленск, 2012. – 46 с.
24. Ирха А.П. Повышение эффективности использования электрофизических способов предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур // Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 1998. – 23 с.
25. Дринча В., Цыдендоржиев Б., Кубеев Е. Основные принципы предпосевного химического протравливания и физического обеззараживания семян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.perfectagro.ru/pdf/rasteniya/rasteniya_4.html. – Загл. с экрана.
26. Осипов В.В. Самостоятельный объемный разряд // Успехи физических наук. – 2000. Т. 170. - №3. – С. 225-245.
27. Егоров И. С. Разработка и исследование импульсного ускорителя с учётом запаздывания электронной эмиссии в диоде // Автореф. дисс. ... канд.

техн. наук. – Томск, 2015. – 22 с.

28. Туманян М.А., Каушанский Д.А. Радиационная стерилизация // М.: Медицина, 1974. – 285 с.

29. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно–методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова. – Томск: Изд–во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

30. Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» № 7–ФЗ от 10.01.2002 г.

31. Федеральный закон «Об основах охраны труда» от 17.07.1999 г. № 181–ФЗ.

32. ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

33. ГОСТ 12.0.002–80. Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

34. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы».

35. «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников» (НП–038–11), утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 05.03.2011 г. № 104.

36. Нормы радиационной безопасности (НРБ–99/2009). СП 2.6.1.2523–09.

37. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ–99/2010). СП 2.6.1.2612–10.

38. Пожаро– и взрывобезопасность промышленных объектов. ГОСТ Р12.1.004–85 ССБТ Пожарная безопасность.

Приложение

BEAM-PLASMA TREATMENT OF SEEDS IN ORDER TO IMPROVE SOWING QUALITY

Студентка:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОДМ41	Исемберлинова Асемгуль Асентаевна		

Консультант кафедры ЭФ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. научный сотрудник каф. ЭФ ФТИ	Блейхер Г.А.	д.ф.–м.н., профессор		

Консультант–лингвист кафедры ИЯ ФТИ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. Преподаватель каф. ИЯ ФТИ	Ермакова Я.В.			

Introduction.

Increased yields of agricultural crops – the global challenges posed to scientists all over the world. To achieve this objective different methods are used [1]. Seeds can be treated by ultrasound, X-ray and gamma-rays, pulsed concentrated sunlight. However, many of them are still in the research stage and additional testing [2] are required.

In this work following methods were selected: processing by volume self-sustained discharge (VSD) with accompanying ozone treatment and electron beam processing ($\bar{e}$ -beam). The main effect of these methods is as follows.

Ozonation inhibits harmful microflora, which could be formed on the seed at the storage period, and excites the chemical processes within the seed, thereby accelerating the process of growth. But, despite the positive effect of ozone-air mixture to the seeds, many studies still do not have reliable data on the technological parameters of the effects of ozone on crops seeds [3].

At the electron beam treatment the top layer of seeds are subjected to processing. In this surface layer the electrons lose their kinetic energy, which leads to the immobilization of microorganisms and the embryo, which is sensitive to electrons, does not receive radiation. Because of it this method does not lead to any genetic phytotoxic side effects – such as mutation [4].

Objective: Research of influence of radiation and plasma treatment of seeds of different crops to determine their yield characteristics (germination, vigor, resistance to diseases and etc.).

Because of it the following tasks were set:

- Selection of the processing method;
- Determination of the influence of processing parameters on the basic parameters that determine crop yields.

1. Self-sustained volume discharge.

Self-sustained volume discharge (VSD) is a source [5] of low-temperature plasma, UV radiation, ozone, nitrogen oxides. VSD efficiency, i.e. generator power transmission in the plasma discharge is significantly higher than that for the barrier discharge. The device is designed to generate the VSD in the air and other gases or mixtures, for example, nitrogen, carbon dioxide.

Self-sustained volume discharge (VSD) in gases and gas mixtures is a type of electrical discharges. VSD is characterized by a uniform current distribution over the area of the electrodes and equal gradient field strength in the discharge volume.

For the formation of VSD in a gas at atmospheric pressure is necessary to meet several conditions:

- create a uniform electric field in the interelectrode space;
- fill in the discharge volume of the electron concentration, sufficient for the formation of VSD;
- provide rapid release of energy in the plasma generator VSD.

For the VSD origin in air at atmospheric pressure the minimum electron concentration must be about $n_e \sim 10^{-7} \text{ cm}^{-3}$, with the time of the release of energy in the discharge must be about $t_p \leq 10^{-7} \text{ s}$. Plasma VSD in gases is characterized by a rather high concentration of charge carriers (electrons and ions) $n_e = n_i \cdot 10^{13} \div 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ and is used in various fields of science and technology: a gas lasers, for cleaning surfaces of various materials, for a variety of plasma-chemical reactions, such as ozone production, etc [6].

The specific energy of the plasma in the VSD gases up to 0.1 J/cm^3 , and the energy density of electrons on the surface of the – $(2 \div 10) \text{ J/cm}^2$. At the same time the electrons with an energy of 10 eV, ion and hard UV – radiation affects on the surface of the electrodes, that creates conditions for the occurrence of various plasma-chemical reactions on the electrode surface.

2. Treatment of seeds by $\bar{e}$ -beam.

High-energy particles have the ability to excite and destroy the molecules of a substance that leads to the formation of new materials and new branch of science – radiation chemistry. The deadly effect of certain doses of radiation on the bacteria and insects can be used for disinfection and disinfestation of grain, the sterilization of medicine drugs, food preservation, and disinfection of wastewater [7].

Recently, the method of the seed treatment by high-energy electrons was commercialized. In 1995, at the Fraunhofer Institute for Electron and Plasma Technology (Germany) plant for processing of cereal seed by electrons in a vacuum has been designed with a capacity of 10 tons per hour. Currently, devices have been developed for the treatment of seeds with a capacity of 20–30 tons [4].

Electronic devices for seed disinfection work on the principle of the television tube: the flow of electrons moving from incandescent tungsten cathode to the anode through a special box and fall to the seed. The electron energy is calculated so that they penetrate only in certain surface layer – seed coat, but not deeper. In this surface layer (thickness about 0.05 mm) the electrons lose their kinetic energy, which leads to the immobilization of microorganisms. This prevents damage to embryo, and this method does not lead to any genetic phytotoxic side effects – such as mutation. The main problem of the method is that the entire surface of the seed grains must be subjected to electron bombardment simultaneously because only in this case reliable disinfecting effect can be achieved.

Electronic processing is cheaper than chemical methods, and the remnants of the seed may be laid down for storage or fed to livestock at the discretion.

3. Experimental part.

For the treatment of seeds two methods were used:

- treatment by VSD;
- treatment by $\bar{e}$ -beam.

3.1. Treatment of seeds by VSD.

For the treatment of seeds by VSD was used the device, is shown in Fig. 1.

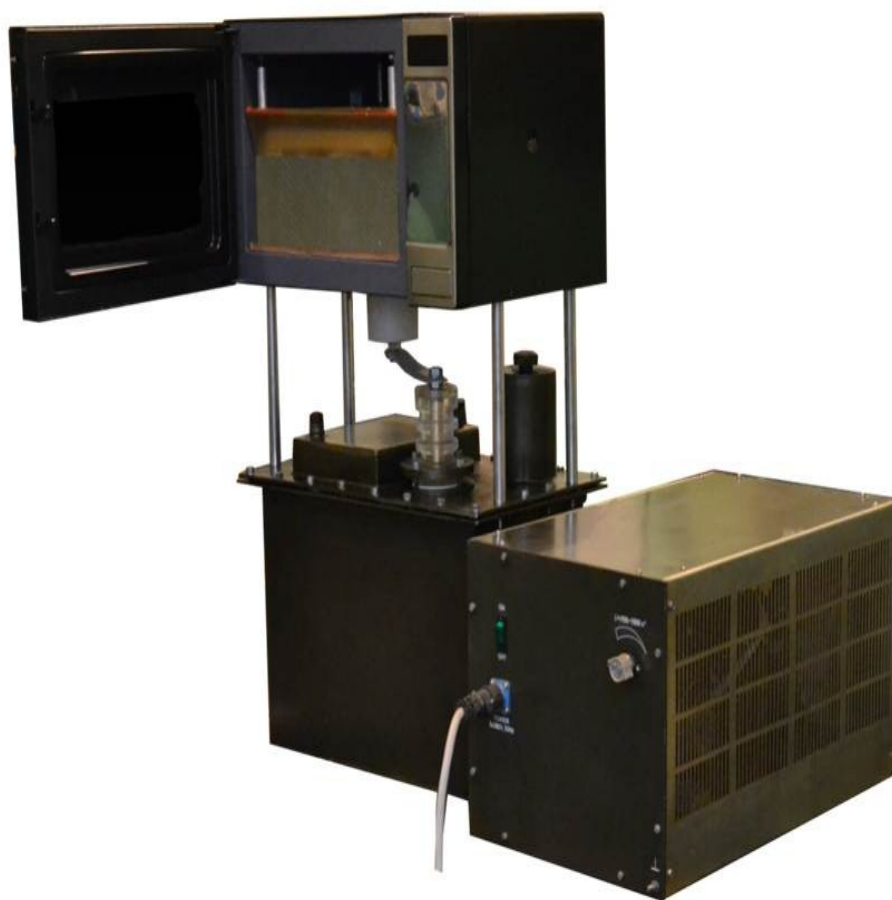


Fig. 1 – The device for the treatment by VSD.

The device consists of a nanosecond high–voltage generator and the reactor – the electrode system to generate VSD plasma. The high–voltage generator is based on the principles of magnetic compression of electrical pulses and consists of two units: a master low voltage and high voltage compression unit [9]. Technical characteristics of the generator are shown in Table 1.

Table 1 –Technical characteristics of the generator

Supply voltage	3–380 V, 50 Hz
Power consumption	≤ 800 W
Pulse repetition rate	$600 \div 1000$ s ⁻¹
Energy per pulse	$\sim 0,3$ J
The amplitude of the voltage pulses in the matched load	19 kV
The pulse width on a matched load	~ 100 ns

On the front panel of the driver unit following units are located: connector for power supply network, power switch, control knob of the generator operation frequency. At the rear panel of the unit there are a two–wire line terminals connecting a defining unit and the high–voltage unit, and a fan.

The reactor is located above the high–compression unit and consists of a metal case which houses the electrode system with preionisation unit, VSD forming circuit and an air fan. The case has a door with a glass window for observing of the VSD and fitting for drainage discharge products. High–voltage pulses are delivered from the compression unit generator for generating circuit through the grommet on the reactor casing.

The reactor device is located above the high–compression bloc and represents a metal casing which houses the electrode system with preionisation, the scheme of formation of the SRF and air fan. Casing has door with a glass window

for observing the SRF and fitting for drainage discharge products. High-voltage pulses are delivered from the compression the block generator for generating circuit through the bushing on the reactor casing.

The electrode system with preionisation is shown in Fig. 2.

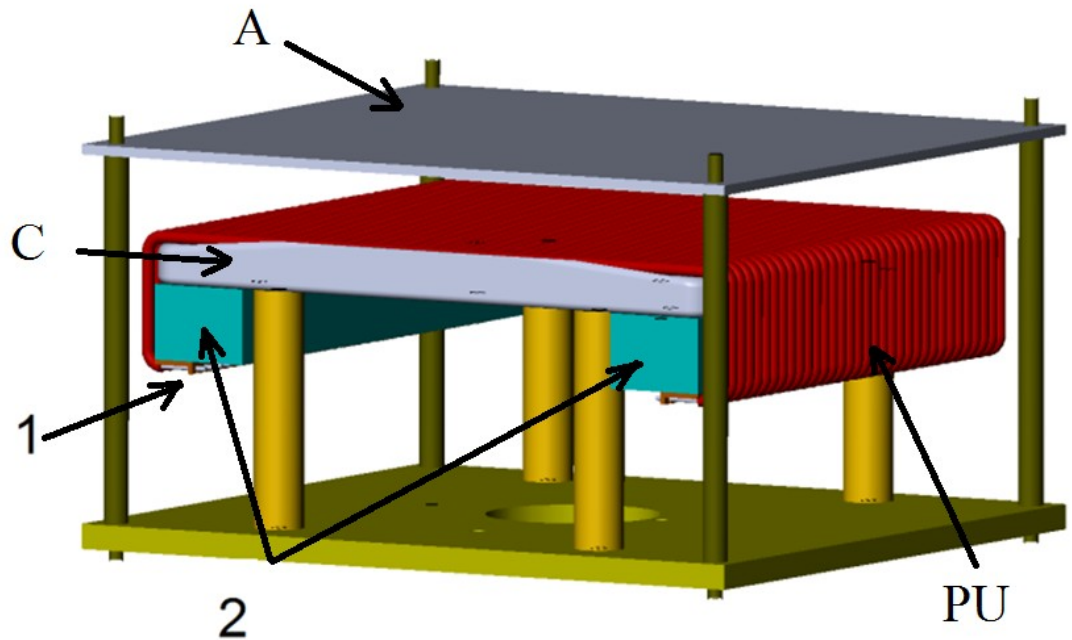
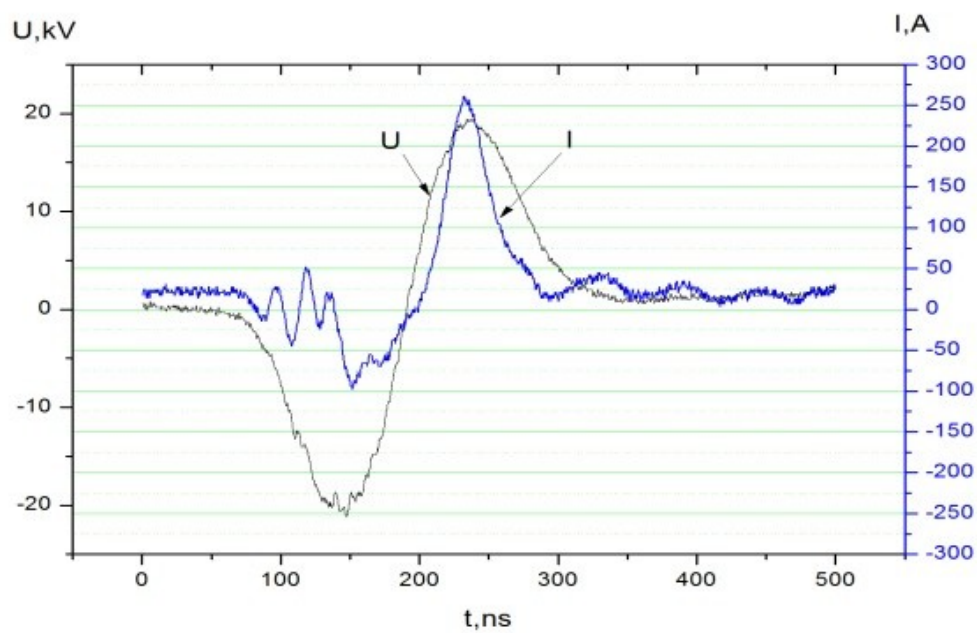


Fig.2 – The are electrode system with preionisation. A – anode, K – cathode, Π – preionisation, 1 – collector, 2 – mount with a preionisation.

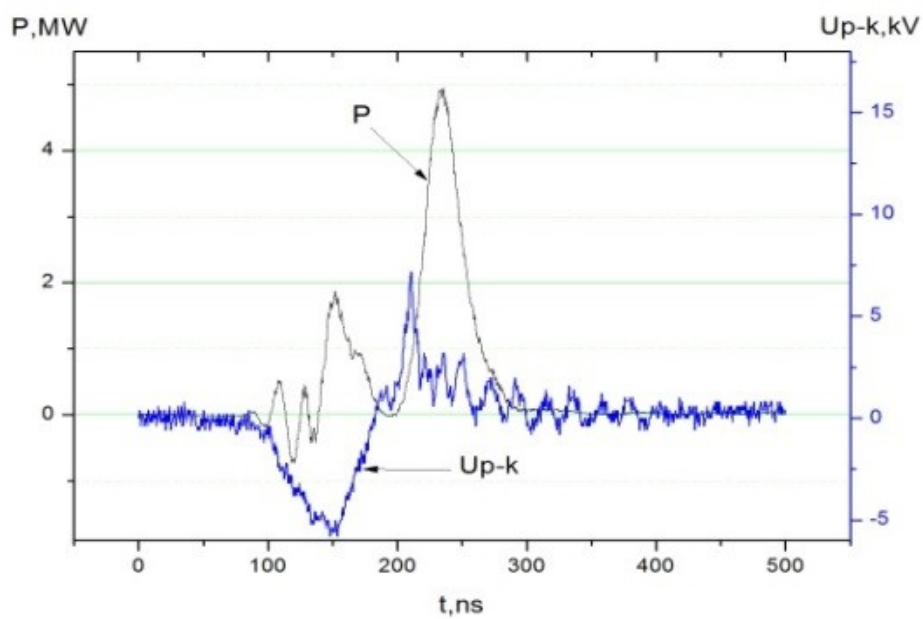
The anode A is made of stainless steel sheet metal, the cathode K – of duraluminum. Dimensions of the anode – 295x270x5 mm, the cathode – 240x230x20 mm. On the cathode surface facing the anode has a 34 of rectangular cross section of the slot. The depth of the slot – 3,4 mm, width – 5,1 mm. Preionisation P – copper wires in polyethylene insulation being placed in the slot – similar to that described in [10].

To measure the voltage and discharge current used capacitive–resistive sensors with voltage transmission coefficient $K = 1000$, and a current sensor, whose resistance $R = 0,023 \text{ Om}$. The time constants used is of the sensors not worse than 10 ns. Oscilloscope is used for recording the test signal TDS 2022 TDS2022B.

The oscillograms of the current and of voltage VSD is shown in Fig. 3 a.



a



b

Fig.3 – Oscillograms: a) Current and voltage VSD; b) Power discharge P and preionisation voltage cathode $Up-k$.

For the experiment were processed 3 the consignment of wheat seeds on 400 pcs., 3 the consignment vetch seeds on 200 pcs., Echinacea seeds on 200 pcs. with different values of exposure (1 min, 10 min, 30 min).

3.2. Scheme of the treatment of seeds by $\bar{e}$ -beam.

Scheme of treatment seeds $\bar{e}$ -beam is shown in Fig. 4. It consists of a reticulated metal cone, which contains the seeds, an air supply system for mixing and $\bar{e}$ -beam directed on the seeds.

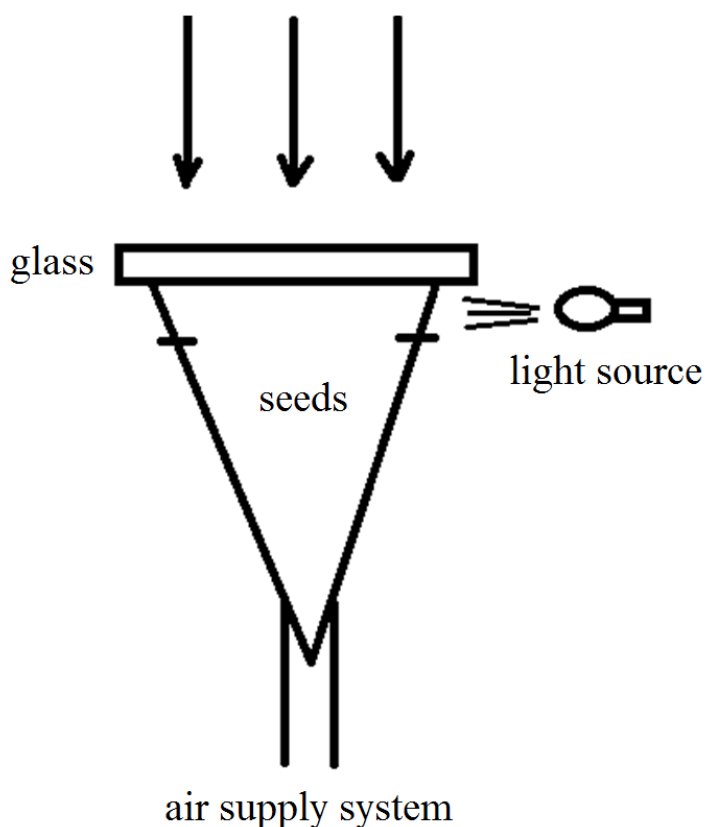


Fig. 4 – Scheme of treatment seeds $\bar{e}$ -beam.

Experiment was carried out on an electronic accelerator, which is shown in Figure 5.



Fig. 4 –Electron accelerator ASTRA–M.

Parameters of electron accelerator are shown in Table 2.

Table 2 – Parameters of electron accelerator

Accelerating voltage	>500 kV
The duration of current of the extracted beam	75 ns
Energy density	0.1–0.2J/cm ²
Pulse repetition frequency	40 Hz

3.3. Planting of seeds.

The treated seeds were planted and germinated in accordance with the requirements of the definition of sowing qualities of seeds. Obtained results have been compared within a sowing qualities of the control group of seeds.

To determine the germination and growth of energy seeds laid out on paper, then rolled up and placed in an incubator. Also, seeds were placed in petri dishes. In certain days of the measured key indicators of germinated seeds. In fig. 6 shows wheat seeds placed on paper.



Fig. 6 – Unfold the wheat seed into rolls of. In fig. 7 is shows the wheat seeds are placed in Petri dishes.

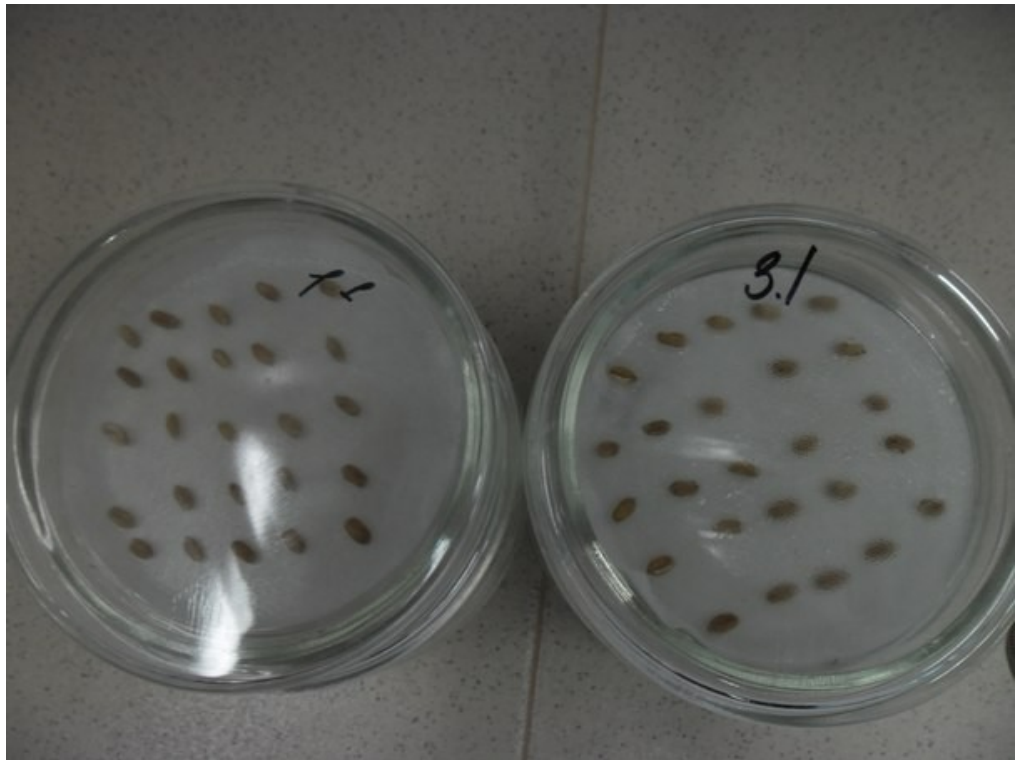


Fig. 7 – Wheat seeds in Petri dishes.

In fig. 7 and 8 is shows the germinated seeds of wheat and milk vetch.



Fig. 7 – Sprouted wheat seeds.

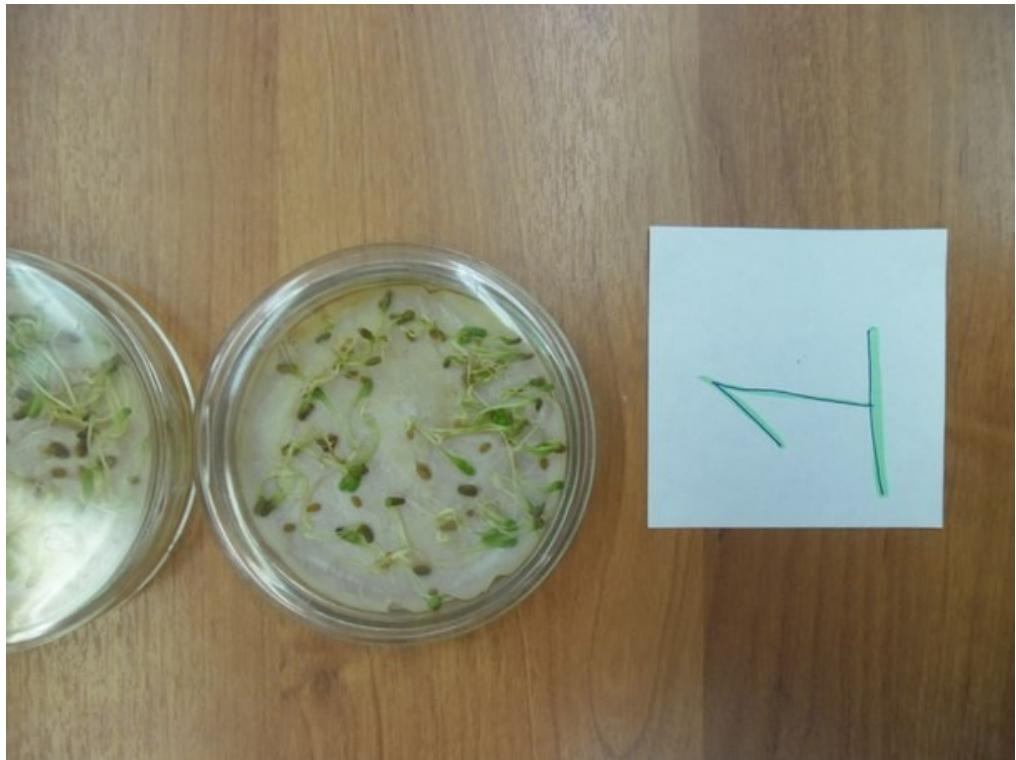


Fig. 8 – Sprouted seeds milk vetch.

Conclusion

During the reviewed methods the SRF and $\bar{e}$ -beam seed processing plant on the example of wheat seeds, milk vetch and Echinacea. During work:

1. The following were considered methods:

–Processing by volume self-sustained discharge (VSD) with concomitant ozonation;

–Treatment by electron beam ($\bar{e}$ -beam).

2. The seeds have been processed crops such as wheat, vetch, echinacea.

3. Revealed the absence of a positive effect in the treatment of seeds by VSD. Works on seeds is treatment $\bar{e}$ -beam.

References

1. Шевченко А. А., Сапрунова Е. А. Исследование влияния озона на ростовые процессы семян кукурузы // Научный журнал КубГАУ. – 2015. –Т. 1. – №105. – С. 1–15.
2. Гордеев Ю.А. Методологические и агробиологические основы предпосевной биоактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Смоленск, 2012. – 46 с.
3. Нормов Д. А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве // Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 36 с.
4. Дринча В., Цыдендоржиев Б., Кубеев Е. Основные принципы предпосевного химического протравливания и физического обеззараживания семян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.perfectagro.ru/pdf/rasteniya/rasteniya_4.html. – Загл. с экрана.
5. Осипов В.В. Самостоятельный объемный разряд // Успехи физических наук. – 2000. Т. 170. - №3. – С. 225-245.
6. Кучинский Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях.- Л. Энергия, 1979. – 224 с.
7. Алимов А.С. Практическое применение электронных ускорителей. - Препринт НИИЯФ МГУ. - 2011.№13/877. 41 с.