

УТВЕРЖДАЮ



Врио ректора
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
канд. с.-х. наук, доцент

Е.О. Чернышова

«26» сентября 2025г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ) на диссертационную работу Белозеровой Светланы Владимировны «Обоснование конструктивно-технологических параметров установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты», представленную к защите в диссертационный совет 72.2.016.02 на базе ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Актуальность избранной темы

Обеспечение населения продовольствием – основа национальной безопасности и важный фактор развития экономики государства. Среди приоритетных направлений в Стратегии научно-технологического развития России до 2035 года указаны направления, формирующие принципиально новые научно-технологические решения в интересах национальной экономики, в том числе, основанные на природоподобных технологиях. С этой точки зрения использование ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий выращивания сельскохозяйственных культур можно считать стратегической задачей аграрного производства.

Предпосевная обработка семян в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (далее СВЧ) – эффективный способ их защиты и будущих всходов от вредителей и болезней, экономически целесообразный и экологически существенно более безопасный, чем обработка агрохимикатами. Таким образом, можно утверждать, что рассматриваемая работа по обоснованию конструктивно-технологических параметров установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле СВЧ является актуальной.

Достоверность результатов исследования

Достоверность и обоснованность результатов исследования, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений. Это подтверждается применением современных приборов и оборудования, корректным и логическим использованием математического аппарата, адекватностью разработанных моделей и др. Достоверность теоретических исследований подтверждена экспериментально в лабораторных и производственных условиях с использованием статистических, математических и физических методов, а также внедрением разработанной установки для предпосевной обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты в сельскохозяйственные предприятия Вологодской области. Исследование разработанного технического средства проводилось в рамках федеральных программ научных исследований.

Основные положения диссертационного исследования докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, включая 7 статей в ведущих рецензируемых изданиях, 2 статьи в изданиях, входящих в МБД Scopus, патент РФ на изобретение и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна исследований

Научную новизну исследований составляют:

- конструктивно-технологическая схема установки для предпосевной обработки зерна в электромагнитном поле СВЧ-диапазона (патент на изобретение RU 2754444 C1);
- математическая модель движения частицы по наклонной вибрирующей поверхности установки для предпосевной обработки семенного материала (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023615207);
- математическая модель рабочего процесса, связывающая режимные параметры разработанной установки с ее производительностью и временем нахождения зерна в ЭМП СВЧ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическую и практическую значимость исследования составляют:

- установка для предпосевной обработки семян зерновых культур в ЭМП СВЧ, обеспечивающая повышение качества семенного материала и рост урожайности злаковых культур;
- математические модели рабочего процесса, связывающие режимные параметры разработанной установки с ее производительностью и временем нахождения зерна в ЭМП СВЧ;

– компьютерная программа для определения движения частицы по наклонной вибрирующей поверхности установки для предпосевной обработки семенного материала.

Экспериментальная установка для предпосевной СВЧ-обработки семенного материала используется в технологическом процессе выращивания зерновых культур на опытном поле ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, а также в ООО «Зазеркалье» и в СПК «Колхоз Андога» Вологодской области.

Рекомендации производству по итогам проведенных научных исследований

С учетом анализа существующих технологий предпосевной обработки злаковых культур и проведенных исследований, представленных в настоящей диссертационной работе, рекомендованы рациональные параметры и режимы установки, обеспечивающие получение максимальной производительности / минимального времени движения зернового материала, для получения максимальной пропускной способности (минимального времени движения) зернового материала. Для обеспечения качества обработки семенного материала установлены рациональные конструктивно-технологические параметры установки для предпосевной обработки зерна в электромагнитном поле СВЧ: угол между грузами эксцентриками 150° (эксцентриситет 3,92 мм), угол наклона ложа / дна транспортера 7° и частота вращения вала дисбалансного механизма 2940 ± 30 мин⁻¹ (частота тока электродвигателя дисбалансного механизма 50 Гц), при этом оптимальная продолжительность нахождения зерна в зоне ЭМП СВЧ составляет 15 с, мощность СВЧ-излучения 900 Вт, а пропускная способность установки – 55,95 кг/ч. Предложенные конструктивно-технологические параметры и режимы работы установки для СВЧ-обработки зерна могут быть использованы предприятиями, занимающимися разработкой и выпуском машин для предпосевной обработки семян зерновых культур.

Оценка содержания диссертации

Диссертационное исследование изложено на 152 страницах. Включает введение, 5 глав, заключение, список литературы из 167 наименований, в том числе 27 на иностранных языках, 62 рисунка, 22 таблицы, а также 12 приложений.

Во введении (с. 5-10) обоснована актуальность темы, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе (с. 11-46) «Состояние вопроса обработки зерна в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ)» выполнен обзор способов и конструктивно-технологических схем технических средств для СВЧ-обработки семенного и фуражного зерна. Проанализированы способы предпосевной обработки семян зерновых культур для повышения их всхожести и обеззараживания. Представлен обзор теоретических

исследований по проблеме обработки семенного материала в электромагнитном поле СВЧ диапазона. Сформулированы выводы по разделу.

Во второй главе (с. 47-69) «Теоретические исследования движения зернового материала по вибрирующему вогнутому желобу» проведен ряд теоретических исследований. Представлен расчет перемещения частиц по вибрирующей цилиндрической поверхности. Обоснованы результаты моделирования траектории движения частицы на рабочей поверхности вибротранспортера. С целью описания движения псевдооживленного слоя написана программа «Моделирование траектории движения частицы по цилиндрической вибрирующей поверхности» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023615207), позволяющая на основании исходных данных рассчитать траекторию движения, как отдельной зерновки, так и слоя обрабатываемого зерна.

В исследовании определено влияние амплитуды колебаний вибротранспортера вдоль оси абсцисс (Ох), угловой скорости вращения эксцентриков, радиуса желоба и продольного угла его наклона на траекторию движения частицы. Сделаны выводы по разделу.

В третьей главе (с. 70-87) «Программа и методика экспериментальных исследований» изложены программа исследований, методика и условия проведения экспериментальных исследований с описанием оборудования, применяемого в лабораторных и полевых условиях.

В четвертой главе (с. 88-113) «Результаты экспериментальных исследований» представлены основные результаты лабораторно-полевых исследований. Предварительные исследования автора по обоснованию необходимости обработки семян зерновых культур СВЧ-излучением подтвердили рост удельной теплоемкости зернового материала с ростом его массы. Наиболее эффективная продолжительность воздействия на семена ячменя при установленной мощности СВЧ-излучения 900 Вт – 15 с позволила повысить их полевую всхожесть на 10% и достичь значений в 87...88% с достоверностью $R^2=98\%$. Проведены исследования влияния СВЧ-обработки на равномерность распределения температуры при неподвижном и псевдооживленном состоянии семян, а также на энергию их прорастания и всхожесть. Автором проведена оптимизация конструктивно-технологических параметров вибротранспортера лабораторной установки, обеспечивающих максимальную пропускную способность за среднее время облучения в 15 с. Обоснованы оптимальные или рациональные числовые значения указанных выше параметров. Проведена экспериментальная верификация теоретических положений. Сделаны выводы по разделу.

В пятой главе (с. 114-128) «Результаты производственных испытаний и технико-экономическая оценка установки для предпосевной обработки зерна» представлены результаты производственных испытаний установки и проведен технико-экономический расчет. Результаты производственных

испытаний в хозяйствах Вологодской области (акты о внедрении С. 166-168) подтверждают, что применение СВЧ-облучения при предпосевной обработке семян снижает уровень зараженности семенного материала с 33-38% до 8-9% при всхожести семенного материала 95%. Рост урожайности составил 8,3% в сравнении с традиционной технологией. Срок окупаемости капиталовложений составит 2,2 месяца. Годовая экономия денежных затрат при использовании СВЧ-установки составит 274,4 тыс. руб. Оценка альтернативного варианта предпосевной обработки зерна в хозяйствах – технологии обработки семян химическими и биологическими препаратами – показала возможность получения дополнительного ежегодного дохода 372 тыс. руб. при сроке реализации проекта 0,98 года.

Вывод по этой главе подтвержден расчетами, выполненными по типовой методике.

В заключении диссертационной работы представлены основные выводы по проведенным исследованиям, соответствующие поставленным задачам и в полной мере отражающие результаты теоретических и практических исследований автора.

В приложениях приводятся патент на изобретение, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, документы о внедрении результатов научных исследований, технологическая карта, протоколы проверки на всхожесть семенного материала и проведения фитосанитарного обследования семенного материала.

Диссертация структурирована и представляет собой заверченный научный труд, материалы изложены грамотно. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований работа соответствует уровню кандидатской диссертации.

Соответствие содержания автореферата положениям диссертации и полнота опубликованных основных результатов

Автореферат содержит общую характеристику и краткое изложение содержания диссертационной работы, а также соответствует предъявляемым требованиям. Структура изложения в диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата и общие выводы соответствуют положениям диссертации.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 15 научных статьях, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ на соискание ученых степеней кандидата наук. Получены 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. В соответствии с паспортом специальности 4.3.1 тему работы и первую задачу исследования лучше было формулировать в разрезе

разработки транспортирующего устройства установки для предпосевной обработки семян полем СВЧ.

2. В обосновании актуальности желательно было привести количественную оценку экономических потерь отрасли от зараженности семян зерновых культур по наиболее вредоносным заболеваниям.

3. Анализ способов и конструктивно-технологических схем технических средств для СВЧ-обработки семенного и фуражного зерна (п. 1.2) рассмотрен только на уровне патентных решений и не содержит информации о промышленном применении таких установок.

4. Значительная часть раздела 1.3, начиная со стр. 39, затрагивает вопросы связанные, скорее, с применением электротехнологий и электрооборудования в сельскохозяйственном производстве.

5. При оценке теоретических исследований по вопросу обработки семян зерновых культур в электромагнитном поле СВЧ диапазона (с. 34-45) целесообразно отразить преимущества и недостатки научных исследований представленных авторов.

6. В экспериментальных исследованиях не представлено значения заявленного в патенте на изобретение №2754444 угла положения двигателя относительно нормали к днищу транспортера (угол направления колебаний), регулирующего скорость движения зерна по транспортеру, а соответственно и время обработки токами СВЧ (стр. 48), также отсутствует изменение массы эксцентриков, отвечающей, за формирование псевдооживленного слоя.

7. Следовало пояснить, какое сочетание факторов позволяло соискателю добиваться подачи семян на транспортирующее устройство слоем толщиной в одну зерновку, и как это контролировалось в псевдооживленном слое?

8. Следовало описать, как определялась однородность дисперсии, а также значимость экспериментов и адекватность математической модели при планировании экспериментов по плану Бокса-Бенкена (с. 103-107).

9. Полученные автором значения рациональных параметров и режимов работы применимы конкретно к данной установке и лишь частично могут быть напрямую применены при проектировании аналогичных машин другой производительности.

10. В экономической части работы (с. 117-124) автор указывает конкретные значения экономического эффекта, например, «годовая экономия денежных затрат при использовании СВЧ-установки составит 274,4 тыс. руб.». Однако, отсутствует анализ чувствительности этого показателя к изменению исходных данных – энергоресурсы, оплата труда, затраты на ремонт и т.д. В современных условиях высокой волатильности цен это существенно снижает практическую ценность экономических расчетов.

11. Рекомендации производству лучше было формулировать в разрезе трех составляющих: разработка машин для СВЧ-обработки семян, их производство и промышленное применение.

12. Согласно ГОСТ 7.0.11 (п. 9.2) задачи исследования в автореферате должны указываться в общей характеристике работы вместе с его целью, а не после краткого изложения первой главы.

13. Задачи лучше было пронумеровать. По крайней мере, в тексте они всегда звучат как номерные.

14. Встречаются отклонения редакционного характера:

- свободный подход к оформлению подрисуночных надписей (см., например, рис. 1.8, 1.9, 1.12, 3.1 и др.);
- не совсем корректные формулировки, например, «... возле стенки транспортера скорость движения зерна замедляется и формируется эллипс» (стр. 49);
- периодическое замещение понятий «семена» и «зерно»;
- опечатки и синтаксические ошибки, например, в первом выводе и др.

Заключение

Диссертационная работа Белозеровой Светланы Владимировны является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития зернового комплекса Российской Федерации. Полученные автором результаты достоверны, выводы и предложения обоснованы. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) и обладает бесспорной прикладной важностью полученных результатов, высоким уровнем научной новизны, теоретической и практической значимостью.

Замечания, отмеченные в отзыве, имеют частный характер, направлены на повышение уровня научных исследований и могут быть устранены в последующей работе соискателя.

В целом по уровню научной новизны, теоретической и практической значимости, сформулированным выводам и предложениям диссертация Белозеровой Светланы Владимировны на тему «Обоснование конструктивно-технологических параметров установки для обработки семенного материала злаковых культур в электромагнитном поле сверхвысокой частоты» соответствует критериям, изложенным в п. 9, 10, 11, 13 и 14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Белозерова Светлана Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертация, автореферат диссертации и отзыв ведущей организации рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса» Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ, протокол № 2 от 23 сентября 2025 г.

Заведующий кафедрой

«Технологии и средства механизации
агропромышленного комплекса»

Азово-Черноморского инженерного института

ФГБОУ ВО Донской ГАУ,

д-р техн. наук, доцент

Глобин Андрей Николаевич

Профессор кафедры

«Технологии и средства механизации
агропромышленного комплекса»

Азово-Черноморского инженерного института

ФГБОУ ВО Донской ГАУ,

д-р техн. наук, профессор

Краснов Иван Николаевич

Подписи А.Н. Глобина и И.Н. Краснова, их должности, ученые степени и звания удостоверяю

Начальник ОКДО

Азово-Черноморского

инженерного института

ФГБОУ ВО Донской ГАУ



Головина Наталья Юрьевна

Сведения о ведущей организации:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

Почтовый адрес: 346493, Южный федеральный округ, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24.

Тел.: +7 (86360) 3-61-50; 3-51-70. Факс: +7 (86360) 3-61-50, 3-51-70

Электронная почта: mail@dongau.ru. **Официальный сайт:** <https://dongau.ru/>

вх. 15.09.2025г.