УТВЕРЖДАЮ
Ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

_____ Нуриев Ильшат Габделфартович
«09» ноября 2026 г.

Отзыв

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ) на диссертационную работу Салапина Ильи Михайловича на тему «Обоснование параметров протравливателя семян», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

Актуальность темы исследований

Федеральная программа развития агропромышленного комплекса России в период с 2017 по 2030 годы, утвержденная постановлением правительства РФ от 25 августа 2017 года N996. В технологиях возделывания полевых культур операций предпосевной обработки семян составляют одну из основных статей расходов, так как от них зависит развитие растений, урожайность, энергозатраты и рентабельность всего производства. Существенную роль при этом играют протравливатели семян.

Равномерность распределения ядохимикатов и повреждения семян при работе протравливателей являются серьёзными задачами, требующими комплексного решения. Необходимо не только модернизировать существующие протравливатели, но и разрабатывать новые машины, обеспечивающие равномерность нанесения ядохимикатов при меньших повреждениях. Это позволяет повысить эффективность обработки и в итоге добиться повышения урожайности.

В связи с этим разработка конструкции протравливателя семян, способствующей повышению равномерности нанесения ядохимикатов на

посевной материал, представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК

Научная новизна работы заключается в разработке теоретической зависимости движения семян внутри барабана протравливателя и аналитических зависимостей для обоснования параметров протравливателя семян.

Теоретическая значимость состоит в получении зависимостей для обоснования параметров барабана протравливателя.

Практическая значимость работы заключается во внедрении протравливателя семян с обоснованными параметрами.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Разработанный протравливатель семян может быть использован сельскохозяйственными и фермерскими организациями, занимающимися производством зерновых культур. В дальнейшей перспективе целесообразно продолжить исследования, направленные на модернизацию барабанных протравливателей с уточнением параметров и режимов работы посредством применения методов искусственного интеллекта.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 144 наименований и 13 приложений, изложена на 162 страницах и содержит 73 рисунка и 10 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, а также методы решения поставленных задач.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» проведён анализ существующих технологий предпосевной обработки семян, рассмотрены применяемые способы и средства защиты семян, а также конструкции смесительных и транспортирующих устройств. На основе анализа литературных источников по теме диссертации выявлены основные требования к протравливателям семян: они должны обеспечивать равномерное покрытие семян средствами защиты растений при минимальных повреждениях. Установлено, что большинство существующих машин при достаточно высокой производительности не в полной мере удовлетворяют этим требованиям, поскольку допускают неравномерное

нанесение препарата и повреждение семенного материала. В результате выполненного анализа обоснована необходимость совершенствования конструкции протравливателя и выбора рабочих органов, позволяющих повысить качество обработки семян. По итогам главы сформулированы основные задачи дальнейших исследований.

Во второй главе «Теоретические исследования движения зерна в барабане» разработана и теоретически обоснована конструктивно-технологическая схема барабанного смесителя для протравливания семян, обеспечивающего более равномерное нанесение ядохимиката при снижении механического повреждения зерна. Основной акцент сделан на параметрах разрабатываемого барабанного смесителя, влияющих на качество смешивания и покрытия семян, а именно: радиус барабана, частота его вращения, угол наклона и параметры разгрузочных отверстий. В ходе теоретических исследований установлено, что движение зерна в барабане носит пульсирующий характер, а наиболее рациональными параметрами работы являются радиус барабана 0,35 м и частота вращения 35–40 мин $^{-1}$, при которых обеспечивается эффективное перемешивание без значительного увеличения повреждений семян. Также с использованием модели цепей Маркова показано, что высокая степень покрытия семян ядохимикатом достигается при определённом числе оборотов барабана. Определены параметры выгрузки обработанных семян: для обеспечения производительности около 10 т/ч обосновано применение прямоугольных отверстий размером 0,05×0,10 м.

В третьей главе «Программа и методики экспериментальных исследований протравливателя» описаны методики экспериментальных исследований, разработанные для уточнения параметров и оценки эффективности работы протравливателя семян. Представлен подход к проведению испытаний, ориентированный на оптимизацию настроек протравливателя и количественную оценку качества его функционирования.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований транспортирующих и смесительных устройств протравливателя семян» представлены результаты исследований, в ходе которых установлено, что применение барабанного смесителя обеспечивает высокое качество и равномерность обработки семенного материала. Обоснованы рациональные параметры работы устройства, обеспечивающие эффективное нанесение препарата при минимальном травмировании семян. Выявлено существенное влияние физико-механических свойств семян на характер их перемещения в рабочем органе и результаты протравливания. Лабораторные и полевые испытания подтвердили технологическую эффективность разработанного устройства и его преимущество по сравнению с серийно применяемыми протравливателями. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования барабанного смесителя для повышения качества предпосевной обработки семян и улучшения агробиологических показателей культуры.

В пятой главе «Экономическая эффективность применения модернизированного протравливателя семян» проведена оценка, показавшая целесообразность и перспективность использования такого протравливателя в сельскохозяйственном производстве. Усовершенствованная конструкция обеспечивает снижение эксплуатационных затрат и повышение эффективности технологического процесса предпосевной обработки семян. Существенный экономический эффект достигается также за счёт повышения качества протравливания, что положительно влияет на урожайность зерновых культур.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации и автореферата встречаются технические опечатки и неточности (например, на стр. 57 диссертации в формуле 2.39 коэффициент обозначен как ε, а в автореферате на стр. 8 в формуле 5 — φ.
2. На с. 5 автореферата указано, что опубликованы четыре статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, но в списке приведены только две.
3. На с. 4 автореферата указано, что сходимость теоретических и экспериментальных данных составляет 98%, но не пояснено, по каким показателям и каким критерием получена эта оценка.
4. В разделе 2.3 (стр. 50) для моделирования процесса смешивания на основе теории цепей Маркова используется язык программирования Python. В тексте не приведено обоснование выбора именно этого инструмента, не описаны алгоритмы реализации марковской модели и не указано, каким образом стохастические вероятности переходов (заявленные как 30% и 70%) были получены или верифицированы на практике.
5. В выводах по второй и четвертой главам, а также в заключении автореферата (стр. 15), указан радиус барабана 0,35 м. Однако в выводах по четвертой главе диссертации (стр. 112) указан радиус 0,70 м. Кроме того, в тексте 2-й главы (стр. 49) при обосновании пульсирующего характера движения указан радиус барабана 0,35 м. Требуется уточнить, какой именно параметр (радиус или диаметр) заложен в конструкцию опытного образца.
6. В главе 3 (стр. 70-77) для оценки полноты и равномерности покрытия семян предлагается использовать фотоколориметр КФК-2 и программу ImageJ. При этом в методике оценки с помощью ImageJ (стр. 76) указано, что смешивание проводится при частоте вращения 35 об/мин до полного окрашивания (не менее 6 оборотов). Однако не указано, как именно определялся критерий «полного окрашивания» и какова погрешность этого визуального метода по сравнению с инструментальными методами.
7. В выводах по главе 2 (с. 59) нарушена нумерация: после пункта 1 сразу идут пункты 3, 5, 6, пункты 2 и 4 отсутствуют.
8. На с. 57 при выводе формулы пропускной способности сказано «Подставляя выражения (1.24) и (1.31)», хотя ссылки должны быть на формулы главы 2. Это ошибка перекрёстной ссылки.

9. В полевых исследованиях (с. 103–112) опыты проведены на одном участке и, по сути, за один год. Не показано, насколько результаты воспроизводимы и могут ли они быть перенесены на другие условия.

Завершённость и качество оформления диссертации

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой с логически выверенной структурой и обоснованными выводами. В работе представлено значительное количество иллюстраций, наглядно доказывающих эффективность и полноту полученных автором результатов. Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертации Салапина И.М. обоснованы, имеют научную новизну и в полной мере соответствуют решению поставленных задач. Достоверность результатов подтверждена применением современных методик исследований, а также сертифицированных приборов. Полученные по результатам исследований выводы обоснованы и подтверждаются сходимостью теоретических и экспериментальных исследований. Основные научные результаты, положения, выводы и рекомендации, разработанные в рамках диссертации Салапина И.М., апробированы на всероссийских и национальных научно-практических конференциях, а также на всероссийских конкурсах научных работ «Студенческий стартап» (2025 г.) и др. По теме диссертационной работы автором опубликовано четыре научные статьи в изданиях, включённых в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук». Общий объём публикаций составляет 7,3 условных печатных листа, из которых доля автора – 3,6 условных печатных листа. Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком.

Заключение

Диссертационная работа Салапина Ильи Михайловича «Обоснование параметров протравливателя семян» является самостоятельно выполненной завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований разработаны и научно-обоснованы технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития агропромышленного комплекса и технических наук. Работа соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

По актуальности темы, степени научной новизны, теоретической и практической значимости полученных результатов, а также по объему и уровню выполненных исследований диссертация соответствует критериям, установленным пунктами 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства

Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Салапин Илья Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены на расширенном заседании кафедры машин и оборудования в агробизнесе Казанского государственного аграрного университета (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ), протокол № 4 от 29 октября 2026 г.

Заведующий кафедрой
машин и оборудования в агробизнесе
ФГБОУ ВО Казанского ГАУ
к.т.н., доцент Д.Т. Халиуллин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)
420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 65.
Телефон: +7 (843) 598-40-50
E-mail: info@kazgau.com
Официальный сайт: https:// kazgau.ru/

ОТДЕЛ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА
ИНН 1655018875
КПП 165501001

Подпись
ЗАВЕРЯЮ : начальник отдела
делопроизводства Казанского ГАУ
/ Насыбуллина Э.Т.