

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, профессора, профессора кафедры технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского» (РГУНХ Минсельхоза России) Гаджиева Парвиза Имрановича, на диссертационную работу Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

### **Актуальность темы исследования**

Актуальность темы обусловлена комплексом взаимосвязанных технологических, экономических и экологических факторов. Картофель — стратегически важная продовольственная культура с высокими требованиями к плодородию почвы. Оптимальное питание с использованием органоминеральных удобрений, является ключом к стабильному получению высоких урожаев с заданными товарными качествами. В свою очередь их точное локальное внесение снижает риск вымывания питательных элементов в грунтовые воды. Кроме того, использование органоминеральных удобрений на основе местных органических компонентов, таких как: торф, компосты, продукты переработки птицеводства и животноводства, способствует решению проблемы утилизации отходов АПК и улучшению экологической обстановки в регионах. При этом разработка и внедрение отечественных высокоэффективных технических средств для работы с современными видами удобрений отвечает задаче обеспечения технологической независимости и конкурентоспособности российского сельхозмашиностроения и картофелеводства. Таким образом, совершенствование технических средств для

подготовки и внесения ОМУ при возделывании картофеля является актуальной научно-технической задачей, решение которой направлено на повышение продуктивности, экономической эффективности и экологической безопасности отечественного картофелеводства. Это напрямую способствует обеспечению продовольственной безопасности страны и выполнению стратегических задач развития агропромышленного комплекса Российской Федерации.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Выполненная Тетериным В.С. диссертационная работа сочетает в себе углублённый теоретический и многоступенчатый экспериментальный анализ процессов подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля. На основе проведённых исследований был разработан и обоснован комплекс технических средств и технологических решений, направленных на повышение эффективности, экологичности и экономичности картофелеводства.

Теоретическая часть работы характеризуется системным подходом, применением современных методов моделирования, включая искусственные нейронные сети, что позволило получить новые аналитические зависимости и создать цифровые двойники узлов машин. Это обеспечивает научно обоснованный подход к проектированию оборудования. Экспериментальная часть включает всестороннюю проверку теоретических положений на лабораторных стендах и в производственных условиях. Апробация опытных образцов подтвердила их работоспособность, технологическую эффективность и практическую значимость.

Все выводы достоверны, обоснованы и вытекают из содержания диссертации, отвечают задачам исследования.

**Первый вывод** диссертации определяет ключевые направления совершенствования технических средств для работы с органоминеральными удобрениями при возделывании картофеля. Данный вывод вытекает из решения первой задачи исследования и базируется на материалах первой главы работы.

**Выводы 2.1 и 2.2** отражают результаты разработки способ и линия подготовки органоминеральных удобрений, ключевым преимуществом которых является глубокая очистка суспензии от балластных частиц, что делает конечный продукт пригодным для внесения современными машинами, также

отмечается, что внедрение системы управления на основе искусственной нейронной сети позволило автоматически оптимизировать технологический процесс и повысить выход наиболее ценных активных компонентов — солей гуминовых и фульвовых кислот (более чем на 12%), что существенно увеличивает агрономическую эффективность удобрения. Полученные результаты подтверждаются теоретическими и экспериментальными исследованиями, изложенными во второй главе диссертации.

**Выводы 3.1, 3.2 и 3.3** подтверждают эффективность и научную обоснованность разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика и сопутствующего способа возделывания картофеля, демонстрируя, что предложенные технические решения и параметры теоретически обоснованы и экспериментально проверены с высокой точностью сходимости (95%). Предложенный способ возделывания картофеля с применением гребнеобразующего культиватора-подкормщика обеспечивает значительный прирост урожайности до 16,3% при одновременном существенном снижении расхода дорогостоящих минеральных удобрений. Выводы полностью отражает решение третьей задачи исследования.

**Выводы 4.1, 4.2 и 4.3** отражают высокую эффективность созданного аэрозольного опрыскивателя с тоннельными укрытиями и запатентованного способа совместной обработки пестицидами и гуматами картофеля, которые обеспечивают высокую равномерность и полноту покрытия растений, включая 92% нижней поверхности листьев, что в сочетании с рациональными скоростными режимами работы агрегата и сокращением нормы внесения пестицидов, обеспечивает достоверное повышение урожайности. Выводы полностью отражает решение четвертой задачи исследования.

**Пятый вывод** отражает коммерческую состоятельность и инвестиционную привлекательность разработанного комплекса технических решений, направленных на подготовку и внесение органоминеральных удобрений при возделывании картофеля, обеспечивая значительный финансовый результат в среднесрочной перспективе. Вывод базируется на материалах пятой главы и является решением пятой задачи диссертации.

### **Значимость для науки и практики полученных результатов**

**Научная новизна** заключается в определении параметров технических средств подготовки органоминеральных удобрений с применением

искусственной нейронной сети, разработке компьютерной модели (цифрового двойника) дозирующего устройства, разработке аналитической зависимости равномерности подачи удобрений от параметров дозирующего устройства, разработке теоретической зависимости отскока гранул минеральных удобрений от параметров рассеивателя, разработке номограммы для выбора средней скорости движения агрегата в зависимости от объёмного расхода генерируемого аэрозоля и геометрических параметров тоннельного укрытия.

**Теоретическая значимость** заключается в полученных зависимостях для определения параметров технических средств и машин подготовки и внесения органоминеральных удобрений, а также применения искусственной нейронной сети для определения параметров технических средств подготовки органоминеральных удобрений.

**Практическая значимость** работы заключается теоретически и экспериментально обоснованных параметрах технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений, результатах оценки эффективности обработки поверхности листьев генератором горячего тумана BF-150 с тоннельным укрытием, результатах технико-экономической оценки предложенных технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля.

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

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы из 300 наименований и приложений. Объем работы составляет 390 страниц и содержит 107 рисунков, 10 таблиц и 11 приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, описана научная новизна и практическая значимость выполненной работы. Определены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации «Анализ способов и технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» проведено комплексное исследование существующих научно-технических решений в области производства и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля, которое позволило выявить ключевые технологические недостатки, заключающиеся в несоответствии характеристик

получаемых удобрений требованиям точного земледелия, отсутствие технических средств для их качественной подготовки и прецизионного дифференцированного внесения. Полученные аналитические результаты определили необходимость разработки новых технических средств и технологий, способных обеспечить глубокую очистку органоминеральных удобрений, их совместимость с машинами точного внесения, а также реализацию комплексного подхода, включающего основное локально-ленточное и высокоэффективное аэрозольное внесение с максимальным покрытием растений.

**Во второй главе диссертации «Аспекты подготовки органоминеральных удобрений»** соискателем разработана, теоретически и экспериментально обоснована схема линии подготовки органоминеральных удобрений, решающая ключевую задачу по созданию системы глубокой двухступенчатой очистки обеспечивающая снижение содержания балластных частиц в конечном продукте до 1% при их размерности менее 10 мкм. Кроме того, в процессе решения поставленных задач разработана и внедрена интеллектуальная система управления на основе искусственной нейронной сети, которая оптимизирует режимы экстракции, тем самым показав увеличение выхода биологически активных гуминовых и фульвовых кислот на 12,85% по сравнению с традиционной технологией. В результате внедрения предложенных технологических решений обеспечило получение стандартизированного высококачественного продукта, пригодного для использования в машинных технологиях точного земледелия.

**Третья глава диссертации «Теоретические основы внесения органоминеральных удобрений в процессе предпосадочной обработки почвы»** посвящена разработке и обоснованию комплекса технических средств для высокоточного локально-ленточного внесения удобрений при возделывании картофеля. В результате исследований на основании выявленных теоретических предпосылок разработан гребнеобразующий культиватор-подкормщик обеспечивающий одновременное локально-ленточное внесение твёрдых и жидких форм удобрений. Для него созданы и запатентованы ключевые функциональные узлы: шнековое дозирующее устройство с регулируемым сечением выгрузного отверстия для точного нормирования твёрдых минеральных удобрений по картам заданий и подкормочный сошник с

активным рассеивателем для равномерного распределения гранул в объёме гребня. Параметры и режимы работы устройств были всесторонне обоснованы при помощи методов: теоретического расчёта, компьютерного моделирования, лабораторного эксперимента с последующим построением регрессионных моделей и производственных испытаний. Апробация технологии в условиях ООО «Авангард» (Рязанская область) подтвердила её значительную эффективность: совместное локально-ленточное внесение рабочего раствора гумата калия и твёрдого хлористого калия обеспечило увеличение урожайности на 16,3% и средней массы клубней на 26,2% по сравнению с традиционным сплошным внесением, тем самым доказав высокий агрономический и экономический потенциал разработанных технических решений.

**В четвертой главе диссертации «Теоретико-технологические основы внесения органоминеральных удобрений в период вегетации картофеля»** разработана, обоснована и запатентована конструкция аэрозольного опрыскивателя пропашных культур и технология совместного аэрозольного внесения защитно-стимулирующих препаратов. Теоретическое обоснование параметров агрегата выполнено путём построения детерминированной модели термодинамического процесса формирования аэрозоля, на основе которой выведены уравнения материально-энергетического баланса и получена номограмма для выбора рациональных режимов работы агрегата. Проведённые сравнительные испытания показали качественное превосходство аэрозольного метода обработки над традиционным штанговым опрыскиванием, в результате было отмечено, что равномерность распределения препарата достигла 96–99%, а доля обработанной нижней поверхности листьев увеличилась с 4% до 92%. Производственные испытания подтвердили высокую агрономическую эффективность: совместное внесение гумата калия и сниженных доз пестицидов обеспечило прибавку урожайности и увеличение выхода товарного картофеля, что подтверждает высокую ресурсо- и экологическую эффективность разработанного технико-технологического решения.

**Пятая глава диссертации «Результаты внедрения и технико-экономические оценки технических средств для подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля»** отражает оценку экономической эффективности разработанных технических решений на основе метода чистой приведённой стоимости. Результаты демонстрируют, что

внедрение оборудования для подготовки удобрений, гребнеобразующего культиватора-подкормщика и аэрозольных опрыскивателей имеет положительный экономический эффект, достигаемый за счёт прироста доходов от увеличения урожайности и сокращения затрат на приобретение удобрений и пестицидов. Анализ подтверждает, что, несмотря на наличие рисков, предложенные технические средства обладают значительным потенциалом экономической эффективности и окупаемости при их практическом применении в сельскохозяйственном производстве.

В диссертационной работе приведен библиографический список источников, цитируемых автором. В приложение к диссертации представлены акты внедрения.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. При проведении анализа тенденций возделывания картофеля следовало бы указать перспективные направления развития технологий картофелеводства.

2. Требуется разъяснения вопрос почему была выбрана двухступенчатая система очистки, а не была использована только система очистки при помощи центрифугирования сепаратором.

3. Не ясно почему при совершенствовании локально-ленточного внесения удобрений произведён анализ развития корневой системы определённых сортов картофеля.

4. Почему при компьютерном моделировании системы дозирования использовались гранулы размером только 3 мм, ведь гранулометрический состав имеет более широкий диапазон?

5. Имеется ли возможность проведения регулировки расположения зубьев рассеивателя?

6. Что является определяющим фактором для определения скорости движения агрегата при проведении обработок посадок картофеля аэрозольным опрыскивателем пропашных культур?

7. За счёт чего достигается полученная степень обработки растений картофеля, в частности их нижней поверхности листьев?

8. За счёт чего достигается технико-экономический эффект при совместном аэрозольном внесении органоминеральных удобрений и пестицидов?

## **Оценка диссертационной работы в целом**

Представленная диссертационная работа полностью соответствует критериям, изложенным в паспорте специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. В научном плане особенно следует выделить вторую, третью и четвертую главы диссертации, в которых автором разработаны и теоретически обоснованы новые технические решения: линия подготовки органоминеральных удобрений с двухступенчатой системой очистки и интеллектуальной системой управления, гребнеобразующий культиватор-подкормщик для локально-ленточного внесения удобрений и аэрозольный опрыскиватель пропашных культур с теоретической моделью формирования рабочего состава. С точки зрения практической значимости, наиболее ценными являются результаты производственных испытаний, приведённые в этих же главах, которые наглядно демонстрируют высокую агрономическую, экономическую и экологическую эффективность внедрения всего разработанного комплекса машин, подтверждая его применимость и ресурсосберегающий потенциал в реальных условиях возделывания картофеля.

### **Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации**

По теме диссертации опубликовано 38 печатные работы, в том числе 16 публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 2 публикации в изданиях, рецензируемых в базе данных Scopus, 1 монография, 10 патентов и 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем публикаций по теме диссертации составил 21,05 условных печатных листа, из них соискателю принадлежит 16,85 условных печатных листа.

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

1. Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения

органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» представляет собой самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития АПК и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

2. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Тетерин Владимир Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

#### Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры технологического  
развития систем жизнеобеспечения  
сельских территорий

РГУНХ Минсельхоза РФ

Гаджиев Парвиз Имранович

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ:  
УНИВЕРСИТЕТ ВЕРНАДСКОГО

Подпись Гаджиева Парвиза Имрановича заверяю:

143907, МО, г.о. Балашиха, ул. Ш. Энтузиастов, д. 50  
143900, МО, г.о. Балашиха, ул. Ю. Домостроительная, д. 14  
Тел.: 521-24-64

Управление персоналом

« 16 » 03

Андреева Е.Г.

Гаджиев Парвиз Имранович, научная специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный  
университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского» (РГУНХ Минсельхоза России)

143907, Московская область, г. Балашиха, ул. Шоссе Энтузиастов, д. 50

Тел.: +7 (926) 112-32-35

E-mail: pgadjiev@yandex.ru