

## ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Османова Энвера Шевхийевича на диссертационную работу **Мишхожева Кантемира Владиславовича** на тему «Параметры и режимы работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве», представленную к публичной защите в диссертационный совет 35.2.015.02 на базе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

**Актуальность темы исследований.** Террасное садоводство в Кабардино-Балкарии характеризуется сложным рельефом, что затрудняет применение традиционных методов ухода за насаждениями, включая борьбу с сорняками. Требуются специализированные решения, адаптированные к этим условиям. Сорняки являются серьезной проблемой для плодовых насаждений, конкурируя с ними за питательные вещества, воду и свет, что приводит к снижению урожайности и качества плодов. Эффективный контроль сорняков необходим для поддержания продуктивности садов.

Применение гербицидов является одним из наиболее распространенных способов борьбы с сорняками. Однако традиционные методы распыления гербицидов могут быть неэффективными и приводят к перерасходу препаратов, загрязнению окружающей среды и повреждению культурных растений.

Пневмоакустическое распыление является перспективным методом, позволяющим получать более мелкие и однородные капли, что обеспечивает более эффективное покрытие поверхности сорняков и снижение расхода гербицидов. Параметры и режимы работы гербицидных установок с пневмоакустическими распылителями для террасного садоводства в Кабардино-Балкарии недостаточно изучены. Необходимы исследования для определения оптимальных параметров, обеспечивающих максимальную эффективность и экологическую безопасность.

Разработка и внедрение эффективной гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем позволит снизить затраты на гербициды, повысить урожайность и качество плодов, что приведет к повышению экономической эффективности садоводства в регионе.

В связи с вышеизложенным, диссертационная работа Мишхожева К.В. является актуальной, так как направлена на решение важной проблемы ухода за плодовыми насаждениями в специфических условиях террасного садоводства Кабардино-Балкарии с использованием современных технологий, обеспечивающих эффективность, экономическую целесообразность и экологическую безопасность.

**Научная новизна исследований** состоит в разработке математической и компьютерной модели мелкодисперсного потока растворов гербицидов в распылителе, основанные на уравнениях Навье-Стокса и модели турбулентности  $k - \varepsilon$ . Модели позволяют описать движение смеси газа и капель гербицида, а также установить оптимальные параметры работы установки и зависимости дисперсности распыла от конструктивных параметров, научная новизна которых подтверждена 1 патентом на полезную модель.

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова».

Научные исследования и разработки, составившие основу диссертационной работы, выполнены в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ «Разработка инновационных технологий и технических средств по уходу за плодовыми насаждениями в горном и предгорном садоводстве», научно-исследовательской работы по тему «Разработка технологии и технических решений по уходу за кроной плодовых насаждений в садах на склоновых землях Кабардино-Балкарской Республики, обеспечивающих получение экологически чистой продукции» (ЕГИСУ НИОКР № 225032413902-3).

## **Значимость результатов диссертации для науки и производства.**

Диссертационная работа имеет высокую значимость для развития сельскохозяйственной науки по совершенствованию машин и технологий для агрохимических работ – защиты растений. Полученные результаты имеют научную и практическую значимость. Теоретический вклад заключается в исследовании математические модели, описывающие процесс работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве, позволяющие обосновать основные конструктивно-технологические параметры предлагаемой установки. Практическую значимость работы составляют: конструктивно-технологическая схема гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем жидкости, позволяющая разработать техническое решение конструкции гербицидной установки, обеспечивающей качественную обработку приствольной полосы плодовых насаждений за один проход в интенсивном террасном садоводстве; опытный образец гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем жидкости, позволяющий осуществлять уход за плодовыми насаждениями в интенсивном террасном садоводстве за один проход вдоль линии ряда при обеспечении однородности дисперсности распыла капель рабочей жидкости и их равномерном распределении на листовой поверхности сорных растений; соотношение между параметрами и режимами работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем с показателями однородности дисперсности распыла капель рабочей жидкости и равномерности их распределения на листовой поверхности сорных, обеспечивающее качественную обработку приствольных полос плодовых насаждений на террасированных склонах.

Полученные результаты базируются на теоретических расчетах и экспериментальных исследованиях. Опубликованные работы по теме диссертации отражают содержание проведенных исследований.

Производственная проверка на опытных полях ООО «Племсовхоз «Кенже» и АНО «Объединение садоводства, огородничества и сельского хозяйства «Агроном», подтвердила достоверность исследований гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем. Это дает возможность квалифицировать рассматриваемую научную работу как решение задачи, имеющей существенное значение для сельскохозяйственного производства.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность подтверждаются достаточной сходимостью экспериментальных и теоретических данных, объемом экспериментального материала и применением общепринятых методов математической статистики, действующих рекомендаций, методик и стандартов для исследований и испытаний сельскохозяйственной техники.

По результатам исследования сделано заключение из шести пунктов, помимо локальных выводов по главам. Все выводы по главам, вытекающие из содержания диссертации, отвечают задачам исследований.

**В первое пункте** общих выводов о разработке конструктивно-технологической схемы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве, следует из анализа известных конструкций гербицидных установок. Вывод отражает решение первой задачи и вытекает из материалов первой главы диссертации. Вывод имеет практическую ценность, так как техническая новизна предлагаемой конструкции подтверждена патентом РФ на полезные модели. В целом отражает достоверную информацию.

**Второй пункт выводов** о разработке математической модели мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве, уравнения транспорта дисперсной фазы внутри распылительного устройства, для их реализации в программном комплексе Comsol Multiphysics, позволяющие описать процессы движения газа и капель раствора гербицидов, как единый поток их смеси отражает решение второй задачи и вытекает из

материалов второй главы диссертации.

Отмечая научную новизну и, достоверность аналитических зависимостей и математических моделей необходимо отметить, что полученные зависимости позволяют описать процессы движения газа и капель раствора гербицидов, как единый поток их смеси. На их базе получена компьютерная модель мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве в ПО Comsol Multiphysics, которая включает в себя начальные и граничные условия и учитывающая плотность и вязкость смеси газа и капель гербицидного раствора, аналитически рассчитанную его скорость на входе в сопло. Результаты являются новыми и достоверными.

**Третий пункт** выводов о проведении компьютерного моделирования процесса распыления рабочей жидкости пневмоакустическим распылителем и установке рациональных конструктивно-технологические параметров и режимах работы установки установлено, что рациональные скорости воздуха на входе в сопло составляют 12- 25 м/с. При этом скорости трактора при норме внесения раствора гербицидов 50 л/га составляют от 3 до 6 км/ч, а при 100 л/га от 1,5 до 3 км/ч. Обоснован способ уменьшения неравномерности распределения объемной доли мелкодисперсного раствора гербицидов в нижней части кожуха в 1,5 раза путем изменения формы рабочей зоны резонатора с плоской на полусферическую с тем же диаметром – 30 мм.

Вывод отражает решение третьей задачи и вытекает из материалов второй и третьей главы диссертации.

**Четвертый пункт** выводов о оптимизации основных параметров и режимов работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем по критериям однородности дисперсности распыла капель рабочей жидкости и равномерности их распределения на листовой поверхности сорных растений установлено, что при установленных оптимальных параметрах и режимах работы гербицидной установки степень покрытия каплями рабочей жидкости листовой поверхности остальных частей

сорных растений составила: нижняя сторона листьев сорных растений верхнего яруса 62,8%; верхняя сторона листьев сорных растений нижнего яруса 76,7%; нижняя сторона листьев сорных растений нижнего яруса 60,4%.

Вывод отражает решение четвертой задачи и вытекает из материалов третьей главы диссертации.

**Пятый пункт выводов** о результатах полевых испытаний. Установлены высокая работоспособность, определены основные технические характеристики гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве, а производительность установки составила 3 га/ч при норме расхода рабочей жидкости 50 л/га.

Вывод отражает решение пятой задачи и вытекает из материалов третьей главы диссертации.

**Шестой пункт выводов** выполнен на основе определения экономической эффективности предлагаемой гербицидной установки.

Вывод отражает решение шестой задачи и вытекает из материалов четвертой главы диссертации.

Таким образом, в выводах отражены результаты решения всех задач исследований. Все выводы в достаточной степени обоснованы, достоверны имеют научную и практическую значимость.

**Основные результаты диссертации опубликованы** 16 научных работах: 3 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Минобрнауки России; 1 патент РФ на полезную модель; 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

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

Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста (из них основного текста 119 страницы), содержит 83 рисунка, 9 таблиц и состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 166 наименований и 6 приложений.

**Во введении** обоснована актуальность темы научной работы, указана цель и задачи исследования, сформулированы рабочая гипотеза, научная новизна исследований, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту.

**В первом разделе** диссертационной работы «Состояние вопроса ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве» выполнен анализ современного состояния и тенденции устойчивого развития садоводства в Российской Федерации и Кабардино-Балкарской Республике; анализ методов борьбы с сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений; анализ и классификация машин для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений, отмечены их недостатки; анализ типов распылителей, используемых на гербицидных установках; проведен обзор теоретико-экспериментальных исследований.

*Замечания по первому разделу.*

1. Анализ конструкции опрыскивателей выглядел бы более убедительно, если была представлена их принадлежность к стране.
2. Следовало уделить больше внимания описанию того, при каких технологиях выращивания и на каких культурах эффективно применение гербицидной установки с пневмоакустическими распылителями.

**Во втором разделе** диссертационной работы «Теоретическое обоснование основных параметров и режимов работы гербицидной установки» представлены результаты теоретических исследований по обоснованию основных параметров и режимов работы гербицидной установки. Предложена конструктивно-технологическая схема установки для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений на террасированных склонах.

*Замечания и пожелания по второму разделу.*

3. При обосновании геометрических и кинематических параметров защитного фартука для обхода штамба плодового дерева не рассмотрены вопросы шага расстановки и количества ворса.

4. Рисунок 2.17 (стр. 80) отсутствует обозначение стороны ВС прямоугольного треугольника АВС.

**В третьем разделе** диссертации «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» представлены программа и методика экспериментальных исследований, описание экспериментальной установки и измерительная аппаратура; исследование видового состава сорных растений в приштамбовой зоне плодовых насаждений; оптимальные параметры и режимы работы гербицидной установки, обеспечивающие максимальную степень покрытия каплями рабочей жидкости листовой поверхности сорных растений, а также результаты производственных испытаний гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений.

*Замечания и пожелания по третьему разделу.*

5. Как пожелание третий раздел следовало бы разделить на два отдельных раздела: программа и методика экспериментальных исследований и раздел результаты исследований.

6. Не указана точность измерительных приборов, определяющих достоверность получаемых экспериментальных данных.

7. В работе не указаны географическое место, особенности агрофона и условия проведения производственных испытаний опытного образца гербицидной установки.

8. Не рассмотрены вопросы выноса гербицидов за пределы защитного фартука и количества рабочей жидкости, оседающей на почву.

9. В работе не представлены результаты оценки эффективности опытной установки по уничтожению сорной растительности.

10. Рисунок 3.5 и 3.21 показаны опытные образцы гербицидной установки, но с разными типами защитных кожухов. Неясно, чем обусловлено это различие.

**В четвертом разделе** диссертации «Экономическая эффективность использования гербицидной установки» автором приводится расчет технико-

экономических показателей гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений.

Расчет экономической эффективности выполнен на основе сравнения существующих вариантов и предлагаемого решения: гербицидная установка с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений (ГУПР); гербицидная установка с щелевыми распылителями для обработки приствольных полос плодовых насаждений (ГУШР).

Использование предлагаемой гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве позволяет получить годовой экономический эффект в размере 10,17 тыс. руб./га.

*Замечаний по четвертому разделу.*

11. При расчете количества гербицида на 1 га (формула 4.7) не ясно из каких соображений коэффициент эффективности ( $k_{\phi}$ ) выбран 1,0 для предлагаемого и 0,5 для существующего опрыскивателя.

12. Проводилась ли оценка экономии средств защиты при использовании новой конструкции опрыскивателя?

13. Желательно привести расчет срока окупаемости предлагаемой машины.

**В заключении** автор на основании результатов проведенных исследований формулирует 6 выводов, даны рекомендации производству, а также изложены перспективы дальнейшей разработки темы.

**В приложении** приведены документы, подтверждающие новизну технических решений, акты внедрения результатов научно-исследовательской работы, а также дипломы и сертификаты, свидетельствующие о том, что результаты исследований были представлены на различных выставках и мероприятиях.

Список литературы достаточно полно охватывает первоисточники по изученному вопросу, а также имеет в перечне зарубежных авторов и источники.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Результаты и выводы автореферата соответствуют результатам и выводам диссертации.

Тема и содержание диссертации соответствует областям исследования, указанным в паспорте специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

### **Заключение**

Диссертационная работа Мишхожева Кантемира Владиславовича на тему: «Параметры и режимы работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве» является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, которая отражает исследования по решению научной проблемы создания опрыскивателя для ухода за плодовыми насаждениями.

Диссертация является завершенной и хорошо оформленной работой, в которой содержатся необходимый иллюстративный материал, наглядно показывающие полученные автором результаты исследований. Работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения. Структура и содержание работы соответствуют основным положениям и выводам диссертации. В диссертации соискатель корректно ссылался на авторов и источники заимствований материалов и отдельных результатов. Основные результаты исследований и технические решения воплощены в реальные конструкции опытных образов машин, прошедших испытания и производственную проверку в садоводческих хозяйствах Кабардино-Балкарии.

По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа Мишхожева К.В. отвечает требованиям,

предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент:

кандидат технических наук (05.20.01),  
доцент кафедры технических систем в агробизнесе»  
Института «Агротехнологическая академия»  
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный  
университет имени В.И. Вернадского»

  
Энвер Шевхийевич Османов

«30» октября 2025 г.

Подпись, ученую степень и должность Э.Ш. Османова заверяю:  
Ученый секретарь ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени  
В.И. Вернадского»



  
Митрохина Л.М.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»)

Адрес организации: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4. Тел.: +7 (3652) 60-84-98, e-mail: cfuv@crimeaedu.ru

*С отозвом однокомиен*

*Кирилл Михометов Р.В.*

*14.11.2025 г.*