

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Ставропольский государственный  
аграрный университет»



 Ситников В.И.

«30» октябрь 2025 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» 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 защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совет 35.2.015.02, созданный на базе ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова»

#### Актуальность темы диссертационной работы

Опыт использования гербицидных установок в равнинном интенсивном садоводстве показал, что эффективность их работы обеспечивается при двухкратном проходе вдоль линии ряда, что невозможно обеспечить в условиях террасного садоводства. Кроме этого современные гербицидные установки имеют ряд недостатков: используемые распылители имеют грубый и неоднородный распыл рабочей жидкости, что приводит к большому расходу дорогостоящего препарата и рабочей жидкости, отсутствует возможность оперативного регулирования высоты установки и ширины захвата рабочего органа из кабины трактора при различных параметрах колеи и ширины междурядий сада, затруднен перевод рабочего органа из транспортного положения в рабочее положение. В связи с этим возникает необходимость разработки принципиально новой конструктивно-технологической схемы гербицидной установки, позволяющей обрабатывать приствольные полосы плодовых насаждений на террасированных склонах при однократном проходе вдоль линии ряда, обеспечивающей однородность дисперсности распыла капель



рабочей жидкости и их равномерное распределение на листовой поверхности сорных растений.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, научно-исследовательской работы по теме «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 НИОКТР № 225032413902-3).

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выносимые автором на защиту, логичны, последовательны, обладают новизной и подтверждаются полученными результатами. Результаты научно-исследовательской работы, представленные в диссертации, получены на основании комплексного анализа известных научных и конструкторских достижений в исследуемой области, а также теоретических исследований. Достоверность результатов научного исследования подтверждается: методами компьютерного моделирования в ПО Comsol Multiphysics 6.1; обработкой экспериментальных данных с помощью ПО STATISTICA, использованием современной измерительной аппаратуры.

**В первом выводе**, соответствующем первой задаче исследований, автором обоснована конструктивно-технологическая схема и геометрическая модель распылительного устройства для внесения раствора гербицидов в приствольные области плодовых насаждений в террасном садоводстве.

**Второй вывод** соответствует второй задаче исследований и характеризует математическую модель мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве на базе уравнений Навье-Стокса,  $k-\varepsilon$  модели турбулентного потока, а также уравнения транспорта дисперсной фазы внутри распылительного устройства, на базе которой получена компьютерная модель мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве в ПО Comsol Multiphysics.

В третьем выводе, соответствующем третьей задаче исследований, в результате компьютерной обработки полученной модели установлены рациональные значения скорости воздуха на входе в сопло и скорости трактора.

Четвертый вывод, соответствует четвертой задаче исследований, характеризует экспериментальные исследования влияния параметров пневмоакустического распылителя жидкости на качественные показатели распыления, позволившие установить оптимальные значения скорости



гербицидной установки, расхода рабочей жидкости и скорости воздуха на входе в сопло, при которых обеспечивается максимальная степень покрытия каплями рабочей жидкости листовой поверхности верхней стороны листьев сорных растений.

В пятом выводе, соответствующем пятой задаче исследований, отражены результаты производственных испытаний гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве. При этом производительность установки составила 3 га/ч, при норме расхода рабочей жидкости 50л/га.

В шестом выводе, соответствующем шестой задаче, представлены результаты оценки экономической эффективности гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве.

В **заключении** автором обобщены и представлены выводы по результатам проведенных исследований. Всего сформулировано шесть выводов по шести поставленным задачам исследований.

### **Оценка содержания диссертации в целом**

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа Мишхожева К. В. содержит: введение, четыре раздела, заключение, список использованных источников и приложения. Работа изложена на 150 страницах, включая 83 рисунка, 9 таблиц и 6 приложений. Список литературы включает 166 наименований, в том числе 6 на иностранном языке.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, степень разработанности темы, гипотеза, изложена цель работы, объект исследования, предмет исследования, задачи исследования, методы исследования, научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость, степень достоверности, апробация результатов, основные положения, выносимые на защиту, количество публикаций.

В **первой главе** «Состояние вопроса ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве» изложены методы борьбы с сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений, краткий анализ технических устройств для осуществления этого процесса. Представлена классификация методов борьбы сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений.

Сформулирована цель работы и задачи исследования.

В результате проведенного анализа сделан вывод, что в условиях террасного садоводства подъезд к линии ряда возможен только с одной стороны,



т.е. существующие конструкции в указанных условиях не эффективны. Кроме этого современные гербицидные установки имеют ряд недостатков: отсутствует возможность оперативного регулирования высоты установки и ширины захвата рабочего органа из кабины трактора; затруднен оперативный перевод рабочего органа из транспортного положения в рабочее положение.

Первая глава показывает системность и всесторонность выполненного автором анализа информации по исследуемому вопросу. Представленный материал структурирован и логичен, сопровождается необходимым объемом иллюстрационного материала.

Во **второй главе** «Теоретическое обоснование основных параметров и режимов работы гербицидной установки» обоснована конструктивно-технологическая схема установки для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений на террасированных склонах. Представлены результаты математического и компьютерного моделирования мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве в ПО Comsol Multiphysics, методика инженерного расчета геометрических параметров защитного фартука. Обоснованы рациональные параметры и режимы работы гербицидной установки.

Представляют интерес рабочие интервалы скорость движения установки, расхода рабочей жидкости и скорости воздуха на входе в сопло распылительного устройства.

В **третьей главе** «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» представлены программа, методика экспериментальных исследований, описание экспериментальной установки и измерительная аппаратура.

Установлено, что при изменении давления воздуха от 0,08 до 0,25 МПа средние медианные диаметры капли жидкости, изменяются от 265 до 42 мкм. Основная масса жидкости содержится в каплях с диаметрами от 40 до 60 мкм при давлении воздуха 0,2 МПа, что позволяет равномерно распределить рабочую жидкость на листовой поверхности сорных растений.

Установлены доли основных видов сорной растительности, произрастающей в плодовых садах.

Установлены оптимальные параметры скорости гербицидной установки 4,25 км/ч, расходе рабочей жидкости 2,54 мл/мин, скорости воздуха на входе в сопло 20,04 м/с, обеспечивающие Максимальная степень покрытия каплями рабочей жидкости листовой поверхности верхней стороны листьев сорных растений – 87,3%.

В **четвертой главе** «Экономическая эффективность использования гербицидной установки» представлен расчет экономической эффективности



использования гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для обработки приствольных полос плодовых насаждений в сравнении с имеющимся с использованием гербицидной установки с щелевыми распылителями. 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, снизить себестоимость работ в 2 раза.

Основные положения работы доложены и обсуждены на: II и III Всероссийских (национальных) научно-практических конференциях (НПК) «Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты» (г. Нальчик, 2022, 2023 гг.); II и III Международных НПК «Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия» (г. Нальчик, 2022, 2023 гг.); Всероссийской (национальной) НПК «Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства» (г. Нальчик, 2022, 2023 гг.); Международной научной конференции молодых ученых и специалистов (г. Москва, 2023 г.); VIII и X Международных НПК «Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность» (г. Нальчик, 2022, 2024 гг.); III Международной НПК «Энергосбережение и энергоэффективность: актуальные вопросы, достижения и инновации» (г. Нальчик, 2024 г.).

Разработанная гербицидная установка удостоена: диплома и бронзовой медали Российской агропромышленной выставки «Золотая осень» (г. Москва, 2023 г.); диплома Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организации России (г. Уфа, 2024 г.).

Основные положения диссертации опубликованы в 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; 11 статей в прочих изданиях.

Структура и содержание автореферата отражают основное содержание диссертационного исследования.

### **Научная новизна и практическая значимость полученных результатов**

Научную новизну выполненного Мишхожевым К. В. исследования составляют:

- математическая модель мелкодисперсного потока водных растворов гербицидов в распылительном устройстве на базе уравнений Навье-Стокса,  $k - \varepsilon$  модели турбулентного потока, а также уравнения транспорта дисперсной



фазы внутри распылительного устройства, позволяющего описать процессы движения газа и капель раствора гербицидов, как единый поток их смеси;

- 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;

- математические модели в виде уравнений регрессии, позволяющие установить оптимальные параметры и режимы работы гербицидной установки;

- зависимости качественных показателей дисперсности распыла капель рабочей жидкости и равномерности их распределения на листовой поверхности сорных растений от конструктивных параметров и режимов гербицидной установки.

Теоретическую значимость работы представляют: 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 представляют: конструктивно-технологическая схема гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем жидкости (патент на полезную модель РФ № 218767), позволяющая разработать техническое решение конструкции гербицидной установки, обеспечивающей качественную обработку приствольной полосы плодовых насаждений на 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 сорной растительности, обеспечивающее качественную обработку приствольных полос плодовых насаждений на террасированных склонах.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Использование теоретических и экспериментальных результатов и выводов рекомендуется при эксплуатации гербицидных установок для борьбы с



сорной растительностью предприятиями АПК, а также на заводах изготовителях сельскохозяйственной техники.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Из описания конструктивно-технологической схемы гербицидной установки не ясно, каким образом осуществляется оперативное регулирование высоты расположения распылителя.

2. В диссертации отсутствуют подробные сведения о повреждаемости штамба плодового дерева при работе гербицидной установки.

3. В диссертации не описана методика определения производительности лабораторной установки.

4. При планировании экспериментальных исследований не обосновано, почему в качестве объекта исследования не выбран также и средний ярус листьев сорных растений (стр. 93).

5. В диссертации нет пояснений, чем вызван выбор метода для проведения многофакторного эксперимента (стр. 95).

6. Недостаточно обосновано, на основании каких исследований выбраны факторы, влияющие на степень покрытия каплями рабочей жидкости листовой поверхности сорных растений (табл. 3.2, стр. 96).

7. Следовало изучить влияние различной вязкости жидкости на каплеобразование и их влияние на факел распыла.

8. В диссертации нет сведений о влиянии ветра на качество работы гербицидной установки.

9. Следовало больше внимания уделить особенностям движения разработанной установки в различных условиях (ровная поверхность, склон, терраса).

### **Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям ВАК Минобрнауки России**

Диссертационная работа Мишхожева Кантемира Владиславовича на тему «Параметры и режимы работы гербицидной установки с пневмоакустическим распылителем для ухода за плодовыми насаждениями в террасном садоводстве», которая отражает исследования по решению научной проблемы обработки приствольных полос плодовых насаждений от сорной растительности в террасном садоводстве.

Диссертация является завершенной и хорошо оформленной работой, в которой содержатся необходимый иллюстрационный материал, наглядно показывающий полученные автором результаты исследований. Работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые

научные результаты и положения. В диссертации соискатель корректно ссылался на авторов и источники заимствованных материалов и отдельных результатов.

По аккуратности, новизне, теоретической и практической значимости диссертация Мишхожева К.В. отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, соответствует п.9-11, 13,14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Диссертационная работа, автореферат диссертации, отзыв ведущей организации обсуждены и приняты на расширенном заседании кафедры «Базовая кафедра машины и технологии АПК» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО СтГАУ). На заседании присутствовало – человек, в том числе докторов наук – 3. Результаты голосования: «за» – 17 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет. Протокол №2 от 28 октября 2025 г.

Заведующий кафедрой «Базовая кафедра  
машины и технологии АПК,  
доцент, кандидат технических наук,

Д. И. Грицай

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО СтГАУ).

Адрес: 355035, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, телефон: +7 (8652) 35-22-82, 35-22-83, электронная почта: [inf@stgau.ru](mailto:inf@stgau.ru), официальный сайт организации: <https://stgau.ru/>

Подпись Грицай Дмитрия Ивановича заверяю

МП



С отзывом ознакомлен

Мишхожев К.В.

10.11.2025 г.