

*На правах рукописи*

**ГЛУШАНКОВ Роман Евгеньевич**

**Универсальный опрыскиватель для ухода за  
растениями в плодовом питомнике**

Специальность 05.20.01 – технологии и средства механизации  
сельского хозяйства

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:**

доктор технических наук, профессор,  
член- корреспондент РАСХН  
**Утков Юрий Андреевич**

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, профессор,  
член-корреспондент РАСХН,  
**Артюшин Анатолий Алексеевич**  
ГНУ Всероссийский институт механизации  
Россельхозакадемии

кандидат сельскохозяйственных наук  
**Шевкун Николай Александрович**  
ФГБОУ ВПО Государственный аграрный  
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
Московский государственный агроинженерный  
университет им. В.П. Горячкина

**Ведущая организация:** Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства им. И.В. Мичурина Россельхозакадемии

Защита диссертации состоится «\_\_\_» сентября 2013 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.035.01 при Государственном научном учреждении Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии) по адресу: 115598, Москва, ул. Загорьевская, 4. Факс 8(495) 329 31 66; e-mail: vstisp@vstisp.org.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, с авторефератом – на официальном сайте ВАК РФ – <http://vak.ed.gov.ru> и на официальном сайте ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии – <http://vstisp.org>.

Автореферат размещён на сайте ВАК РФ (<http://vak.ed.gov.ru>) «\_\_\_»\_\_\_ 2013 г.

Автореферат разослан «\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2013 г.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат сельскохозяйственных наук

Л.А. Марченко

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** В промышленных плодовых питомниках России практически отсутствуют современные технические средства для проведения работ по защите растений от вредителей и болезней и борьбы с сорной растительностью. Существующие в хозяйствах отечественные машины морально устарели, а используемая в ограниченных количествах дорогая зарубежная техника не в полной мере адаптирована к условиям российского питомниководства.

*Актуальность темы диссертационной работы* характеризуется тем, что полученные в процессе исследований результаты направлены, во-первых, на повышение производительности мультисистемного опрыскивателя за счет существенного увеличения одновременно обрабатываемых рядов растений и междурядий в плодовом питомнике; во-вторых - на повышение эффективности гербицидной обработки путем обеспечения взаимодействия факела распыла с воздушным потоком, повышающим устойчивость задаваемых параметров и устраняющим негативное воздействие ветра.

Исследования проводились в соответствии со Стратегией машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2010 года, Концепцией развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года и планом НИОКР ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии «Разработать ресурсосберегающие комплексы технических средств для механизации трудоёмких процессов в садоводстве» по теме «Разработать техническую документацию на универсальный опрыскиватель для ухода за растениями в плодовом питомнике» (шифр: 04.16.04.04).

**Цель исследований** состоит в совершенствовании технических средств для защиты растений, в частности в научном обосновании и разработке конструкции многорядного мультисистемного опрыскивателя для плодового питомника и выявлении условий повышения эффективности работы гербицидной системы независимо от неблагоприятных внешних факторов.

**Объектом исследований** является технологический процесс обработки плодовых саженцев пестицидами для защиты от болезней и вредителей и междурядий для борьбы с сорной растительностью.

**Предмет исследования** – пути повышения качества пестицидной обработки растений многорядной машиной в плодовом питомнике с предварительной настройкой и контролем основных ее систем и установление закономерностей взаимодействия факела распыла гербицида при одновременном воздействии вспомогательного и негативного воздушных потоков.

**Методологическую основу исследований** составляют методы обобщения, идеализации, экспериментальные методы, включая наблюдение, сравнение, математическое моделирование; методы формализации и индукции.

**Научная новизна исследований** состоит в разработке классификации машин для защиты растений от вредителей и болезней и борьбы с сорной растительностью; определении качественных показателей работы в плодовом питомнике многорядного мультисистемного опрыскивателя, разработке методики настройки и контроля работоспособности основных систем машины с помощью новых приборов, раскрытии с помощью математических моделей закономерностей взаимодействия воздушных потоков с факелом распыла, обосновании конструкторско-технологической схемы мультисистемного опрыскивателя.

Рабочая гипотеза исследований базируется на эффективности воздействия вспомогательного воздушного потока при взаимодействии с факелом распыла раствора препарата.

**Практическая значимость работы** заключается в возможности использования проектно-конструкторскими организациями разработанной конструкции опрыскивателя или отдельных ее элементов, новых приборов и оборудования для настройки систем опрыскивателя, а в учебных заведениях всех форм собственности – при чтении лекций о машинах для защиты растений от вредителей и болезней, проведении лабораторных и практических занятий по этой теме.

В государственных учреждениях и организациях планирования результаты исследований могут использоваться при разработках различных нормативных документов по снижению вредного воздействия техники на окружающую среду.

**Реализация результатов исследования** подтверждается актами проверки опрыскивателя ОПУ-5 в производственном плодовом питомнике ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии и специализированных хозяйствах Тамбовской и Вологодской областей РФ.

**Апробация результатов исследования** осуществлена на пяти научно-производственных конференциях и подтверждена дипломом и золотой медалью, полученных на 13-ой Российской агропромышленной выставке «Золотая осень 2011» за создание и внедрение в производство опрыскивателя универсального для питомников ОПУ-5.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано пять статей, в том числе три в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК для публикаций научных результатов диссертаций.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 184 страницах, содержит 63 рисунков и 14 таблиц и состоит из введения, 6 глав, общих выводов с рекомендациями производству, списка литературы и приложения.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- конструкторско-технологическая схема мультисистемной машины для защиты плодового питомника от вредителей и болезней и борьбы с сорной растительностью;
- комплект новых приборов и методика контроля качества работы основных систем опрыскивателя в плодовом питомнике;
- закономерности взаимодействия взаимно перпендикулярных воздушных потоков с факелом распылителя;
- качественные показатели опрыскивателя при работе в промышленном плодовом питомнике.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* обоснована актуальность темы диссертационных исследований, ее важное народнохозяйственное значение, раскрыта общая характеристика работы и представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «*Обоснование темы диссертационных исследований*» проведен анализ особенностей конструкций машин отечественного и зарубежного производства, предназначенных для работы в питомниках, выявлены и проанализированы их достоинства и недостатки, которые имели место, но не сочетались в единой модели. Например, универсальная машина не отличалась высоким качеством работы и обрабатывала лишь два ряда растений.

На основе проведенного анализа уже существовавших и перспективных конструкций предложена классификация технических средств для борьбы с вредителями, болезнями растений и сорной растительностью в плодовых питомниках (рис. 1).

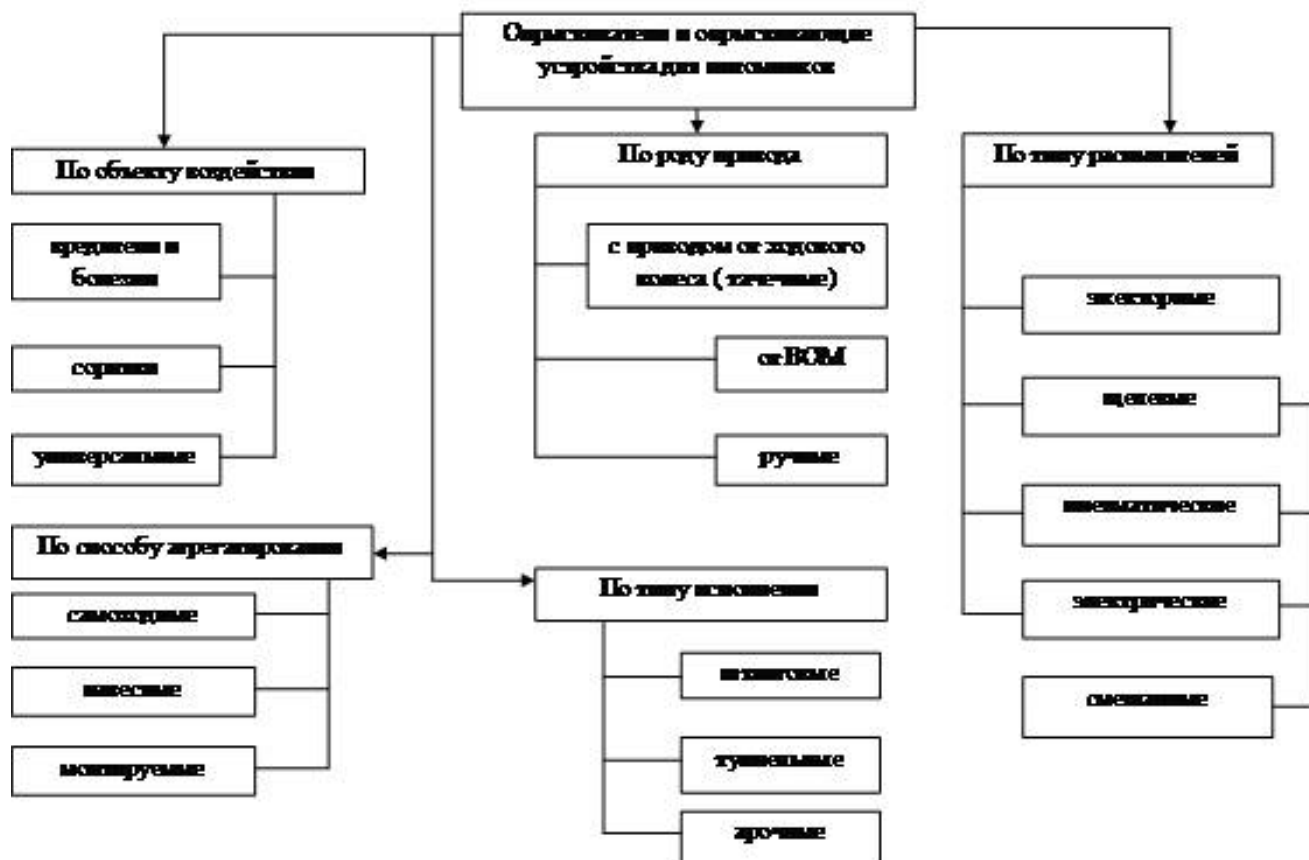


Рисунок 1 – Классификация существующих опрыскивателей для плодовых питомников.

Проведенный анализ литературных источников позволил определить основные мировые тенденции развития сельскохозяйственной техники, применяемой для защиты растений от вредителей и болезней, а также борьбы с сорной растительностью. Среди них – совершенствование конструкций машин, связанное с внедрением электронных средств управления и автоматизацией технологических процессов, увеличение ширины захвата агрегата, вместимости рабочих баков, снижение экологической нагрузки на окружающую среду, использование новых конструкционных материалов для уменьшения массы машин и оснащение ходовой части шинами со сниженным давлением на почву, применение многофункциональных машин и оборудования, способных работать по сигналам спутниковых навигационных систем.

В связи с изложенным целью исследования является обоснование дальнейших путей повышения производительности, функциональности опрыскивателя и эффективности использования химических, биологических препаратов различного назначения в промышленных плодовых питомниках России.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить агротехнологические параметры плодового питомника и обосновать рациональную ширину захвата универсального опрыскивателя.
2. Разработать гидравлическую схему мультисистемного опрыскивателя и реализовать ее в конструкции универсальной машины.
3. Сформировать приборную базу, разработать и реализовать методику настройки опрыскивателя для работы в питомнике.
4. Обосновать пути стабилизации оптимальных параметров факела распыла при негативном воздействии ветра и экспериментальным путем подтвердить возможность повышения качества работы распылителей опрыскивателя.
5. Дать оценку экономической эффективности использования многофункционального опрыскивателя в плодовых питомниках.

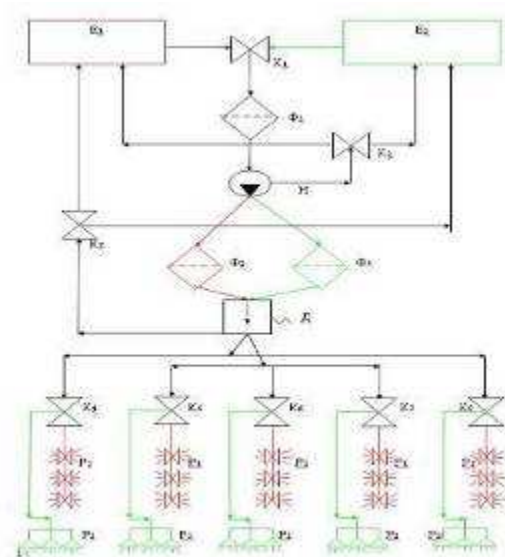
Для решения поставленных задач сформулирована рабочая гипотеза исследований, основанная на обосновании существенного увеличения ширины захвата агрегата и сохранении высокого качества работы распылителей за счет нейтрализации негативного воздействия ветра вспомогательными потоками воздуха, действующими непосредственно на факелы распыла.

Во второй главе «*Обоснование конструкции и разработка универсального опрыскивателя*» уточняются условия работы опрыскивателя при химической обработке растений и междурядий питомника. Для этих целей определялись следующие показатели: изменение ширины междурядий, отклонение растений от условной оси ряда; размерные характеристики саженцев. Измерения проводились в плодовых питомниках яблони и вишни 1-го, 2-го и 3-го полей инновационно-испытательного центра новых технологий ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. Изучение расположения саженцев в ряду плодового питомника, позволило определить количество отклоняющихся саженцев от условной оси ряда, достигающего 45 %, а также значение максимального отклонения, составляющего 8 см. На основе этих данных была разработана конструкция рабочего органа для обработки гербицидами междурядий плодового питомника с системой защиты саженцев от рабочей жидкости с помощью эластичных экранов, предохраняющих саженцы от механических повреждений. В результате изучения размерных характеристик саженцев была определена их высота в различных полях плодового питомника. Эти данные позволили рассчитать высоту (1,75м) порталов создаваемого опрыскивателя, а также количество распылителей (38) и расстояние между ними с целью максимально эффективной обработки плодовых саженцев. Изученные расстояния от поверхности почвы до нижних ветвей саженцев позволило определить размеры защитных кожухов гербицидной системы (угол 90°, высота 200 мм, длина 700 мм.) при обработке междурядий плодового питомника. Полученные значения диаметра кроны позволили определить оптимальное расстояние от распылителей до объекта обработки при внесении химических препаратов для борьбы с вредителями и болезнями. Проведенные измерения ширины междурядий показали, что она имеет значительный разброс в пределах от 0,8 до 1,0 м. На основании полученных данных определено, что при



конструировании опрыскивателя с расстоянием между штангами 0,9 м (согласно существующей технологии посадки питомника с междурядьями, равными 0,9 м) машина может одновременно обрабатывать пять рядов растений в плодовом питомнике.

Параллельно с изучением агротехнологических параметров плодового питомника была разработана принципиальная гидравлическая схема универсального опрыскивателя (рис.2).



Е1 – емкость для пестицидов; Е2 – емкость для гербицидов; К1...К8 – краны; Ф1– фильтр грубой очистки; Ф2 – фильтр тонкой очистки пестицидов; Ф3 – фильтр тонкой очистки гербицидов; Н – насос; Д – распределитель; Р1 – распылители для внесения препаратов по борьбе с вредителями и болезнями; Р2 – распылители для внесения гербицидов.

Рисунок 2 - Гидравлическая схема универсальной машины для питомников.

Предложенная схема была реализована в питомниководческих хозяйствах: ООО «Снежеток» Тамбовской области и ЗАО «Корочанский плодпитомник» Белгородской области (рис. 3).

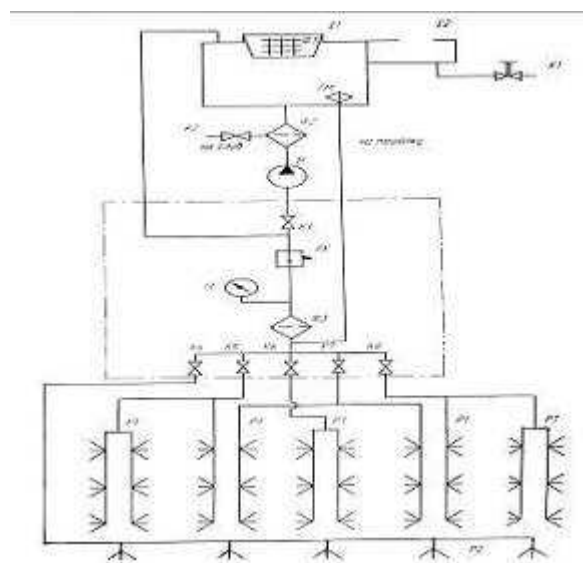


Рисунок 3 – Образцы машин, созданных в питомниководческих хозяйствах.

Созданные образцы машин осуществляли работу в производственных условиях хозяйств на протяжении пяти сезонов, в результате чего зараженность растений снизилась на 85-90 %, а засоренность междурядий – на 65-85 %.

В третьей главе «*Разработка опытного образца опрыскивателя семейства ОПУ-5*» представлены этапы создания мультисистемного опрыскивателя ОПУ-5. С учетом полученных результатов изучения агротехнологических параметров плодового питомника и выявленных недостатков конструкции машин, созданных в хозяйствах, была откорректирована принципиальная гидравлическая схема (рис. 4). Она реализована в конструкции универсального опрыскивателя для питомников ОПУ-5 (рис. 5).

Принцип работы опрыскивателя заключается в следующем: во время работы опрыскивателя рабочая жидкость из бака через всасывающий фильтр поступает в насос, далее она подается на регулятор-распределитель и через нагнетательные фильтры поступает в щелевые распылители, которые подают ее в виде капель на обрабатываемый объект; привод насоса осуществляется от ВОМ универсального высококлиренсного энергетического средства (УВЭС); рабочее давление в системе контролируется по манометру, который установлен на регуляторе-распределителе, и изменяется маховиком регулятора давления; количество рабочей жидкости в баке определяется по шкале уровнемера, установленной на горловине бака.



Е1 - бак для рабочей жидкости; ГМ - гидромешалка; Ф1 - фильтр заливной горловины бака; Е2 - емкость для чистой воды; К1 ... К3 - краны; Ф2 - фильтр грубой очистки; Н - насос; РК - предохранительный клапан; М - манометр; Ф3 - фильтр тонкой очистки; К4 ... К8 - краны, входящие в контур распределителя; Р1 - распылители для внесения препаратов по борьбе с вредителями и болезнями; Р2 - распылители для внесения гербицидов.

Рисунок 4 - Принципиальная гидравлическая схема универсального опрыскивателя.

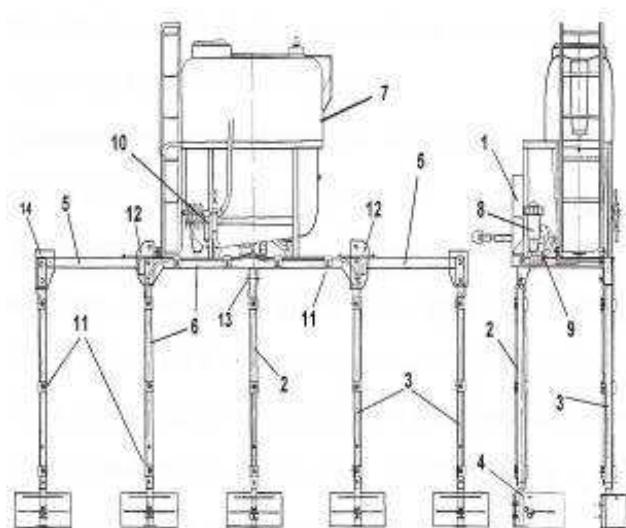


1 - высококлиренсное энергосредство; 2 - неподвижная вертикальная задняя штанга (арочного типа); 3 - подвижная Г-образная боковая штанга горизонтального сложения; 4 - шарнирное соединение боковой и центральной штанг; 5 - устройства для внесения гербицидов.

Рисунок 5 - Общий вид опрыскивателя ОПУ-5 (транспортное положение):

Созданная модификация опрыскивателя прошла приемочные испытания в центре испытаний сельскохозяйственной техники ФГНУ «Росинформагротех», по результатам которых опрыскиватель ОПУ-5 рекомендовано поставить на производство.

На основе полученных результатов исследований и испытаний опрыскивателя ОПУ-5 было продолжено совершенствование его конструкции (рис. 6).

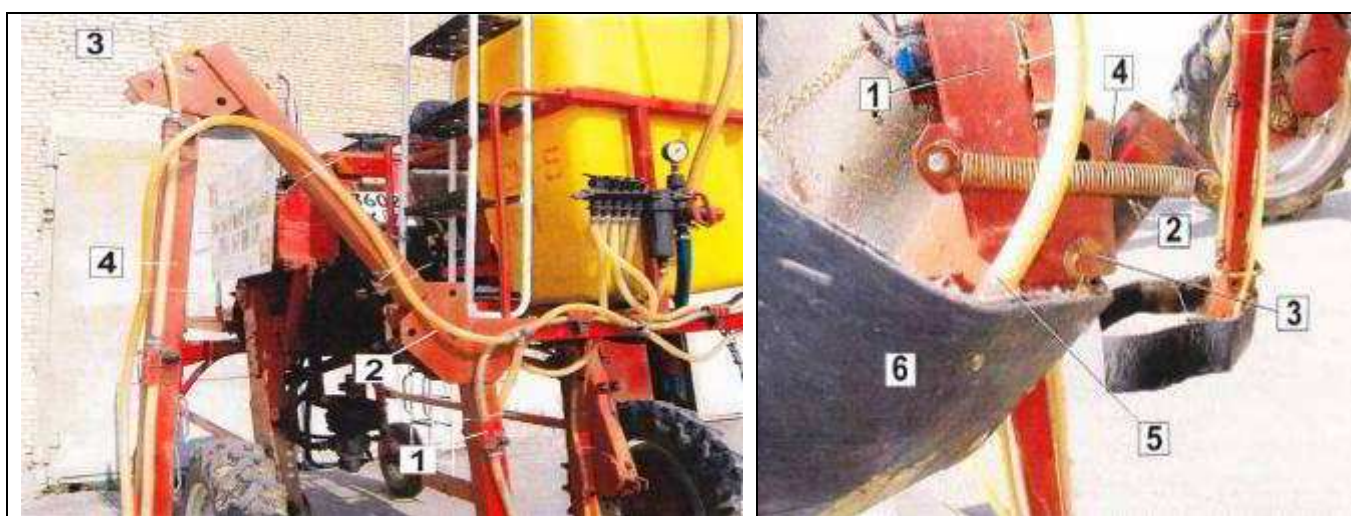


1 - рама с БСУ; 2 - передняя складная штанга-стойка; 3 - задняя штанга-стойка; 4 - подвижный кронштейн с закрепленным устройством распыления гербицидов; 5 - боковые арки; 6 - центральная арка; 7 - бак; 8 - всасывающий фильтр; 9 - насос; 10 - регулятор-распределитель; 11 - распыливающие головки; 12 - шарнирное соединение складной арки с рамой; 13 - шарнирное соединение передней штанги-стойки; 14 - подвижный шарнир боковой штанги.

Рисунок 6 - Опрыскиватель универсальный для питомников ОПУ-5А. Общая конструкционная схема.



Суть модернизации опрыскивателя заключается: во-первых, в изменении положения боковых рабочих штанг в транспортном положении и режима их складывания; во-вторых, претерпела изменение конструкция узла распыла гербицидов - прежде неподвижное устройство преобразовано в подвижное в горизонтальной плоскости по ходу движения агрегата. Достигается это тем, что нижняя часть кронштейна с пластиной при встрече с препятствием отклоняется назад в сторону, противоположную движению, а после преодоления препятствия кронштейн, благодаря действию возвратной пружины, принимает первоначальное вертикальное положение (рис. 7).



а) Процесс складывания боковой штанги при переводе в транспортное положение: 1 - неподвижная вертикальная штанга арочного типа; 2 - шарнирное соединение боковой и центральной штанг; 3 - шарнирное соединение горизонтальной и вертикальной боковых штанг; 4 - боковая вертикальная штанга.

б) Устройства распыливания гербицидов: 1 - вертикальная штанга; 2 - подвижный кронштейн с площадкой крепления защитной резиновой пластины; 3 - шарнир; 4 - возвратная пружина; 5 - шланг подачи рабочего раствора; 6 - защитная резиновая пластина

Рисунок 7 – Опрыскиватель ОПУ-5А.

Созданная модификация опрыскивателя прошла типовые испытания в центре испытаний сельскохозяйственной техники ФГНУ «Росинформагротех», по результатам которых внесенные в конструкцию опрыскивателя ОПУ-5А изменения были признаны эффективными.

Согласно рабочей гипотезе исследований была разработана конструкция опрыскивателя ОПУ-5У (рис. 8), в которой изменения выразились в монтаже на

кронштейн штанги (в данном случае – опытный вариант – на передней центральной) вентилятора, с направленным потоком воздуха вертикально вниз. Вентилятор навешивается над модулем, предназначенным для распыла гербицидов, с целью уменьшения сноса факела распыла боковым ветром и увеличения степени покрытия рабочим раствором листовой поверхности сорной растительности. Одним из важных факторов взаимодействия потока вентилятора с потоком распылителя гербицидов является также и уменьшение возможности попадания рабочей жидкости на культурные растения.

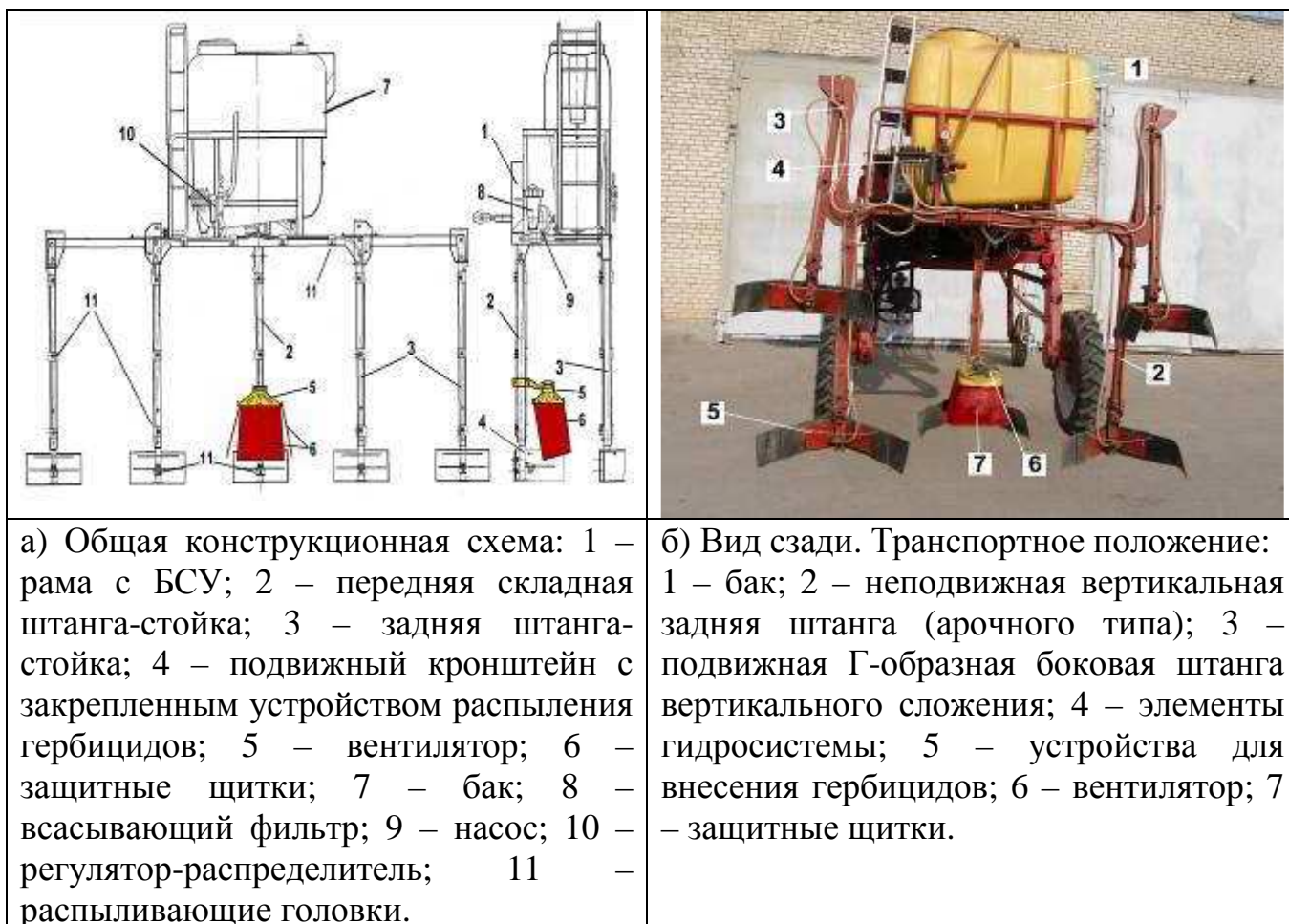


Рисунок 8 – Опрыскиватель ОПУ-5У.

Проведенные испытания осевого вентилятора, установленного в конструкцию гербицидной системы опрыскивателя, показали, что создаваемый им вспомогательный воздушный поток, взаимодействуя с факелом распыла, позволяет нейтрализовать неблагоприятное воздействие внешних факторов, а также повысить качество обработки гербицидами междурядий плодового

питомника. В результате медианно-массовый диаметр крупных капель уменьшился на 42 %, при этом площадь покрытия крупными каплями уменьшилась на 65 %, а площадь покрытия мелкими каплями увеличилась на 33 %.

В ходе проведения типовых испытаний была подтверждена эффективность внедренных в конструкцию опрыскивателя ОПУ-5У изменений, связанных с созданием вспомогательного воздушного потока.

В четвертой главе *«Методика исследований элементов систем универсального опрыскивателя для плодового питомника»* подобран парк приборов, необходимых для проведения настройки различных систем и узлов опрыскивателя, а также осуществления контроля качества его работы.

На основе существующих методик и с учетом наличия новейших приборов разработана методика калибровки опрыскивателя для плодового питомника. Ее применение позволило оптимизировать качественные показатели работы созданной машины.

Предложена методика исследования параметров работы гербицидной системы универсального опрыскивателя для плодового питомника, применение которой позволило установить, что наиболее эффективную защиту плодовых саженцев от попадания раствора гербицида оказывает защитный кожух, а использование горизонтального пластикового экрана малоэффективно ввиду того, что распространение факела распыла идет в горизонтальной плоскости. Наиболее эффективное расположение распылителя – щелью параллельно поверхности почвы.

В пятой главе *«Экспериментальное исследование влияния воздушных потоков на факел распыла распылителей гербицидной системы»* решалась задача поиска путей стабилизации заданного режима распыления.

Для ее осуществления был запланирован трехуровневый факторный эксперимент (таблица).

Таким образом, при проведении эксперимента в качестве переменных факторов были выбраны:  $X_1$  - вспомогательный воздушный поток, предназначенный для нейтрализации бокового воздушного потока;  $X_2$  -

негативный воздушный поток, оказывающий влияние на факел распыла, снося его в сторону;  $X_3$  - угол наклона приемной поверхности, имитирующий возможные неровности рельефа междурядий плодового питомника.

Таблица. Условия проведения факторного эксперимента.

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
Скорость вспомогательного потока воздуха, м/с	$X_1$	3	6	9	3
Скорость бокового воздушного потока, м/с	$X_2$	5	10	15	5
Угол наклона приемной поверхности, град.	$X_3$	0	15	30	15

Выходным параметром эксперимента ( $y$ ) было принято влияние воздушного потока, взаимодействующего с факелом распыла на эффективность обработки междурядий, выразившееся в количестве раствора, попавшего в различные зоны обрабатываемой поверхности.

Исследования проводились на специально разработанном стенде (рис 9) состоящим из фрагмента опрыскивателя (ОПУ-5) 1, насосной станции 2, карданной передачи 3. На штанге опрыскивателя закреплен вентилятор 4, питаемый от аккумуляторной батареи 9, и приемная гофрированная поверхность 5, которая имеет регулируемый угол наклона. Вентилятор 4 имеет регулировку по высоте относительно распыливающей головки 6. Слева от приемной поверхности на высоте распыливающей головки установлен вентилятор 7 для имитации ветра. По краю нижней кромки приемной поверхности установлены приемные стаканчики 8. Приемная поверхность 5 представляет собой гофрированный лист, разбитый на 12 ячеек, что позволяет изучать степень смещения факела распыла в площади данной поверхности. Ширина приемной поверхности составляет 90 см, что, позволяет нам имитировать междурядья питомника.

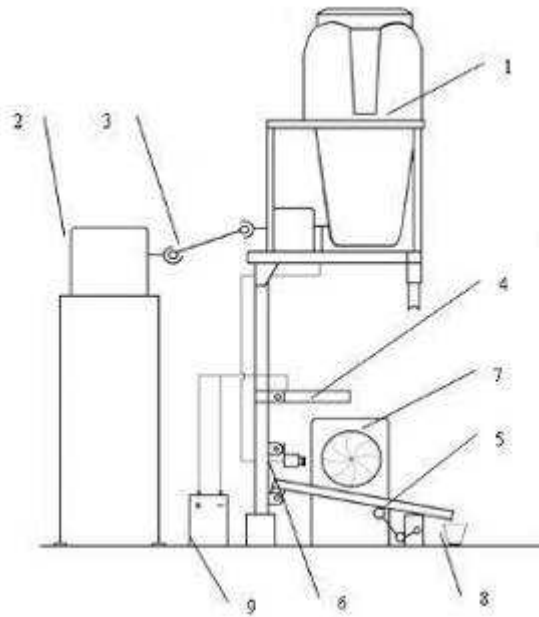


Рисунок 9 - Схема станда для исследований влияния воздушных потоков на гербицидную систему опрыскивателя.

При этом ячейка № 1 располагалась ближе всего к источнику бокового воздушного потока, а ячейка № 12 являлась самой удаленной от бокового вентилятора.

В результате исследований и обработки данных факторного эксперимента были получены следующие уравнения:

Ячейка №1

$$\hat{y}=0,163-0,013 X_1+0,163 X_2+0,163 X_3-0,013 X_1 X_2-0,013 X_1 X_3+0,163 X_2 X_3$$

Ячейка №2

$$\hat{y}=1,55+0,2 X_1+1,025 X_2+1,25 X_3+0,425 X_1 X_2+0,5 X_1 X_3+1,025 X_2 X_3$$

Ячейка №3

$$\hat{y}=11,838+2,913 X_1+5,213 X_2-3,113 X_3-0,663 X_1 X_2-3,288 X_1 X_3+0,813 X_2 X_3$$

Ячейка №4

$$\hat{y}=11,163-1,913 X_1-4,038 X_2+1,513 X_3+1,088 X_1 X_2+2,138 X_1 X_3-1,538 X_2 X_3$$

Ячейка №5

$$\hat{y}=9,75-1,15 X_1+0,875 X_3+2,15 X_1 X_2-0,975 X_1 X_3-1,875 X_2 X_3$$

Ячейка №6

$$\hat{y}=11,263-0,463 X_1-0,438 X_2-0,713 X_3-1,463 X_1 X_2+1,263 X_1 X_3+1,188 X_2 X_3$$

Ячейка №7

$$\hat{y}=11,388+1,588 X_1-0,163 X_2-2,338 X_3-1,663 X_1 X_2-0,738 X_1 X_3+0,663 X_2 X_3$$

Ячейка №8

$$\hat{y}=8,513+0,238 X_1+0,563 X_2-1,388 X_3-0,313 X_1 X_2-0,338 X_2 X_3$$

Ячейка №9

$$\hat{y}=8,575-0,95 X_1-0,875 X_2-0,85 X_1 X_2+0,375 X_1 X_3+1,25 X_2 X_3$$

Ячейка №10



$$\hat{y}=14,738-1,188 X_1-2,663 X_2-1,313 X_3+0,863 X_1 X_2-0,938 X_1 X_3-1,563 X_2 X_3$$

Ячейка №11

$$\hat{y}=7,85-0,55 X_1+0,875 X_2+4,325 X_3-0,925 X_1 X_2+1,975 X_1 X_3$$

Ячейка №12

$$\hat{y}=3,425+1,05 X_1+0,775 X_2+0,625 X_3+1,25 X_1 X_2$$

Для нахождения сочетания факторов, обеспечивающих оптимальное значение выходного параметра, в среде MathCAD 11A Enterprise Editio построены поверхности откликов для выходного параметра  $y$ . При построении один из факторов оставляли на фиксированном уровне, а два других изменяли в пределах указанных в таблице 2.

Ниже представлены поверхности откликов крайних областей исследования (ячейки 1и 12) и центральной области (ячейка б).

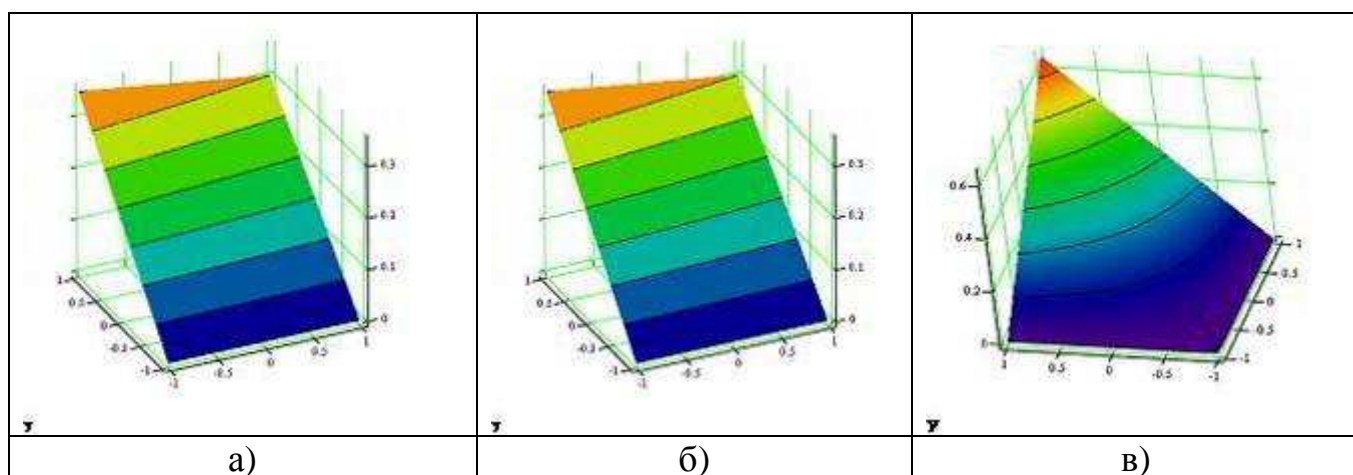


Рисунок 10 - Ячейка 1. Поверхности откликов: а) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ); б) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ ); в) сочетание скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ )

Анализ полученных результатов исследования показал, что с увеличением бокового потока воздуха и угла наклона приемной поверхности влияние вспомогательного потока воздуха снижается, что сказывается на значении выходного параметра (количество жидкости данной области падает и составляет 1,1 % от общего количества уловленного раствора).

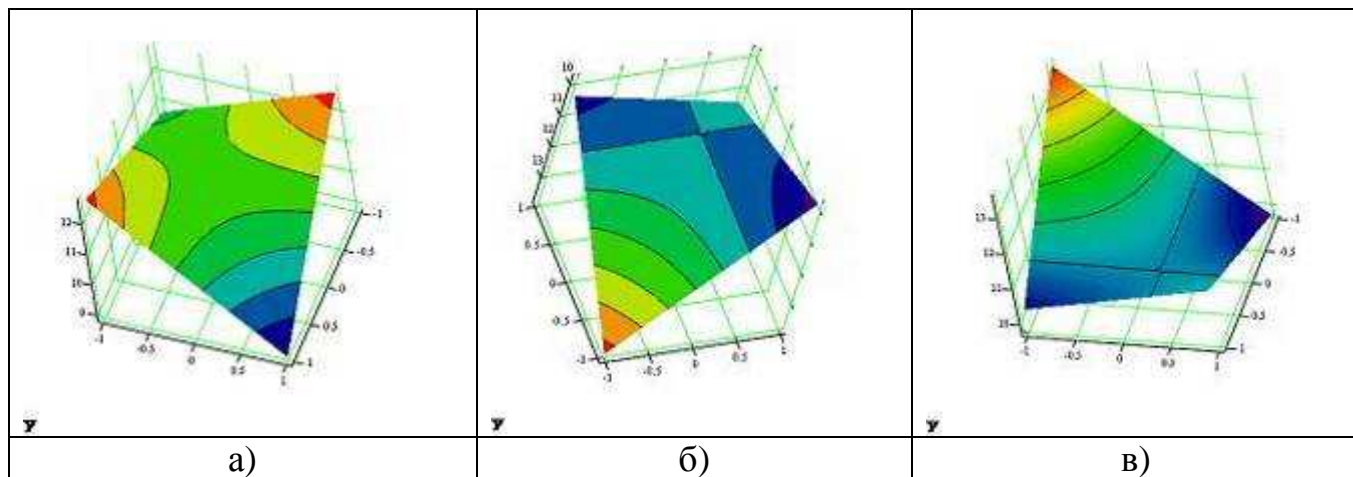


Рисунок 11 - Ячейка 6 (центральная область). Поверхности откликов: а) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ); б) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ ); в) сочетание скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ )

Анализ данной области (центр исследований) показал, что значение вспомогательного и бокового воздушных потоков примерно равны, что способствует более полному осаждению жидкости (количество уловленного раствора составило 13 % от общего значения, что является наибольшим показателем из общей области исследования), расположение приемной поверхности здесь не оказывает существенного влияния на процесс осаждения жидкости.

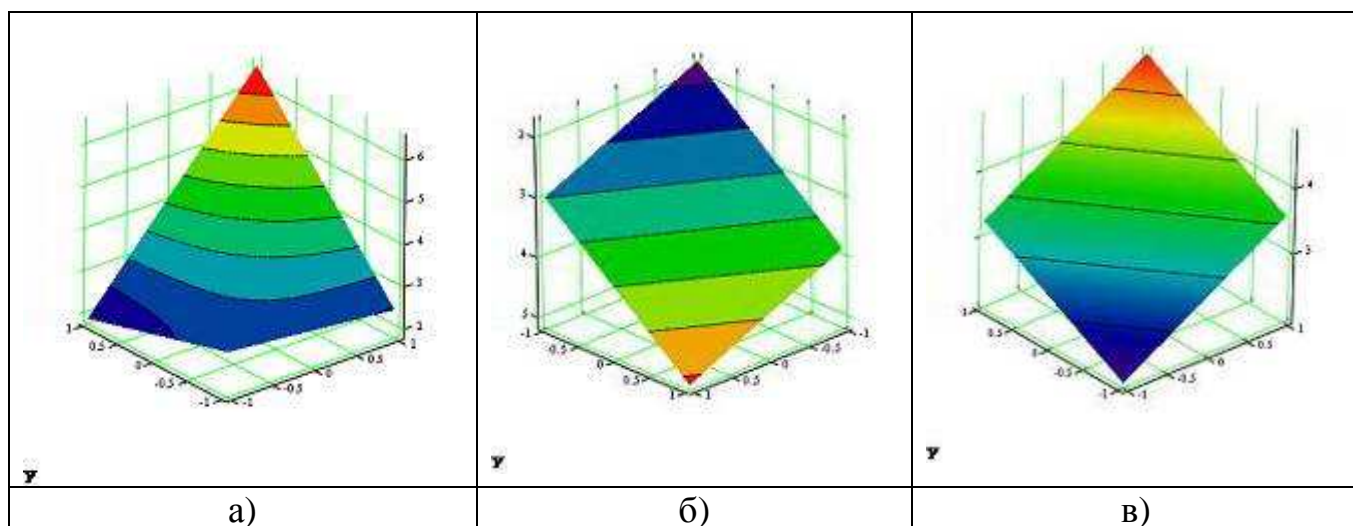


Рисунок 12 - Ячейка 12. Поверхности откликов: а) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ); б) сочетание скорости вспомогательного потока воздуха ( $X_1$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ ); в) сочетание скорости бокового воздушного потока ( $X_2$ ) и угла наклона приемной поверхности ( $X_3$ )

Анализ результатов исследования данной области (наиболее удаленной от источника бокового потока) показал, что значение вспомогательного потока воздуха здесь преобладает над всеми остальными факторами эксперимента, а увеличение значения выходного параметра (количество жидкости) объясняется ее сносом из первых ячеек и составляет 2,4 % от общего количества уловленного раствора.

Общий анализ результатов факторного эксперимента позволил установить, что при воздействии неблагоприятного бокового воздушного потока скоростью до 15 м/с применение вспомогательного воздушного потока со скоростью 9 м/с позволяет его нейтрализовать и тем самым, обеспечить дополнительную защиту саженцев от воздействия гербицидов. При этом возможные неровности рельефа с перепадами до 30° существенного влияния на качество гербицидной обработки при использовании вентилятора не оказывают.

В шестой главе *«Экономическая эффективность внедрения опрыскивателя ОПУ-5А»* приведены расчеты экономической эффективности использования в технологии производства посадочного материала плодовых культур опрыскивателя ОПУ-5А. Расчетный экономический эффект составил 205761 руб., а срок окупаемости нового опрыскивателя – 0,92 года.

### **Общие выводы**

1. На основе анализа существующих конструкций технических средств, применяемых для защиты плодового питомника от вредителей, болезней и сорной растительности, предложена классификация опрыскивателей и опрыскивающих устройств, разработана принципиальная гидравлическая схема и создан универсальный опрыскиватель ОПУ-5, который прошел приёмочные испытания с рекомендацией к производству.

2. Обоснованы конструкционные особенности нового опрыскивателя (количество одновременно обрабатываемых рядов и междурядий – 5, высота порталов – 1,75 м и ширина – 0,9 м), учитывающие агротехнологические параметры плодового питомника и доказана необходимость применения

эластичных экранов для защиты штамбов растений от попадания раствора гербицида.

3. Предложена принципиальная гидравлическая схема новой машины, отличающаяся многорядностью и универсальностью (возможность обработки рядов и междурядий).

4. Разработана методика калибровки опрыскивателя для плодового питомника, позволяющая производить настройку и периодическую проверку работоспособности всех его основных систем с использованием тестера манометров, адаптера гидравлических систем и прибора для проверки распылителей.

5. Обоснованы пути стабилизации оптимальных параметров факела распыла и создан гербицидный модуль, уменьшающий медианно-массовый диаметр капель на 42 % и увеличивающий площадь покрытия растений на 33 % за счёт использования вспомогательного воздушного потока.

6. Расчетный экономический эффект внедрения нового опрыскивателя в современные технологии возделывания плодовых питомников составил 205761 руб., а срок его окупаемости – 0,92 года.

### **Рекомендации производству**

1. Производителям посадочного материала садовых культур предлагается универсальный опрыскиватель для ухода за растениями в плодовом питомнике. Он состоит из двух контуров, позволяющих производить операции как независимо друг от друга, так и совместно.

Опрыскиватель имеет следующие характеристики:

Производительность основного времени, га/ч.....до 2,1

Скорость, км/ч:

рабочая на основных операциях.....до 7

транспортная.....до 10

Угол факела распылителя, град .....110

Густота покрытия листовой поверхности (более 150 шт/см<sup>2</sup>), % .....60

Листовая поверхность с дисперсностью капель, %:

крупной.....	35
средней.....	30
мелкой.....	10
Габаритные размеры в рабочем положении, м.....	5,23 × 4,20 по ВЭС
Количество одновременно обрабатываемых рядов (междурядий).....	5
Вместимость резервуара, л.....	600
Рабочее давление в нагнетательной системе, МПа.....	0,4
Агрегатирование.....	ВЭС-45, ВЭС-45А, УВЭС-45

2. В условиях производства следует осуществлять периодическую калибровку опрыскивателя и проверку качества его работы с помощью разработанной методики и рекомендуемых приборов (тестер манометров, адаптер гидравлических систем и прибор для проверки распылителей).

3. Созданный мультисистемный опрыскиватель эффективно работает в плодовом питомнике и способен осуществлять мероприятия по защите саженцев от вредителей, болезней и производить борьбу с сорной растительностью в междурядьях, а также выполнять некорневую подкормку саженцев. Также он может использоваться на плантациях ягодных кустарников (смородина, крыжовник и т.п.), а также земляники для обработки междурядий гербицидами.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

**Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства  
образования и науки РФ:**

1. Бычков В.В. / Универсальный опрыскиватель для питомников, Бычков В.В., Кадыкало Г.И., Глушанков Р.Е. // «Тракторы и сельхозмашины» №6, 2011 г. с.9-12

2. Глушанков Р.Е. /Современные методы контроля и настройки основных систем опрыскивателей для питомников//Садоводство и виноградарство №2, 2012г., с.46-48

3. Шевкун В.А. / Универсальный опрыскиватель для питомников, Шевкун В.А., Глушанков Р.Е. // Плодоводство и ягодоводство России т.36 42, 2013 г. с.331-337

**Публикации в сборниках научных докладов  
международных конференций:**

4. Бычков В.В. / Технические средства для химической защиты питомников от вредителей, болезней и сорняков, Бычков В.В., Шевкун В.А., Глушанков Р.Е. // Сады будущего (сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора В.И.Будаговского), Мичуринск-наукоград РФ, 2011 г., с.118-123

5. Глушанков Р.Е. / Исследование влияния воздушных потоков на гербицидную систему опрыскивателя для плодового питомника // Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства, (сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, часть 2), М., ВИМ, 2011г., с.433-43