

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу **Зайца Павла Владимировича** на тему «Механический сбор колорадского жука машиной с упруго-эластичными роторами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук в совет по защите диссертаций Д 05.31.02 при УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

### **СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ И ОТРАСЛИ НАУКИ, ПО КОТОРЫМ ОНА ПРЕДСТАВЛЕНА К ЗАЩИТЕ**

Анализ содержания диссертационной работы на тему «Механический сбор колорадского жука машиной с упруго-эластичными роторами» показывает, что выносимые на защиту положения, а также выводы по каждой главе и диссертации в целом отражают результаты исследований закономерностей технологического процесса механического сбора колорадского жука машиной с упруго-эластичными роторами и в частности обоснования конструктивных параметров и рабочих режимов применения данного устройства, что соответствует области технических наук.

Анализ положений, выносимых на защиту, позволяет отнести их к области исследований, указанных в паспорте специальности 05.20.01: - разработка теории и методов воздействия средств механизации (системы удаления вредителей) на объект сельскохозяйственного производства (растения картофеля), а также методов оптимизации параметров процесса механического сбора колорадского жука и режимов работы технологического оборудования для его реализации по критериям эффективности их функционирования (пп. III-2паспорта специальности); разработка технических средств, рабочих органов машин для растениеводства (пп. III-3); - разработка методов оптимизации конструктивных параметров и режимов работы технологического оборудования для механического сбора колорадского жука (пп. III-4).

Таким образом, можно отметить, что круг исследованных вопросов относится к п. п. 1, 3 и 4 Паспорта специальности 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства, утвержденного приказом ВАК Республики Беларусь от 23 декабря 2022 года, №462.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ**

Актуальность темы представленной к защите **Зайцем П.В.** диссертационной работы не вызывает сомнений. Одним из важнейших элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур является защита их от поражения и уничтожения насекомыми – вредителями. Особенно важно обеспечение безопасных защитных мер при получении продукции для диетического и детского питания.

Потери урожая от колорадского жука могут составлять до 50 % и более. При выращивании товарного картофеля для борьбы с жуком наиболее широко применяется химический метод, но при этом неизбежно происходит

накопление определенных доз химикатов в готовой продукции. Кроме того применяемые инсектициды и опрыскиватели имеют высокую стоимость, а проведение работ по химзащите относится к одной из наиболее вредных операций, выполняемых работниками сельхозорганизаций.

Борьба с колорадским жуком является одним из решающих факторов достижения высокой урожайности картофеля. Поэтому исследования, разработка и совершенствование машин и их рабочих органов для механического сбора колорадского жука с ботвы при выращивании экологически чистого картофеля являются актуальными.

Актуальность диссертационная работа Зайца П.В. также подтверждается тем, что она выполнялась в соответствии с Государственной комплексной программой научных исследований «Продовольственная безопасность» и Государственной программой прикладных научных исследований «Земледелие и механизация», включенными в Перечень государственных программ фундаментальных и прикладных научных исследований в области естественных, технических, гуманитарных и социальных наук на 2006–2010 годы, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 1339, Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 годы (Министерство сельского хозяйства и продовольствия (<https://www.economy.gov.by/ru/gos-progr-2016-20-ru/>) Госпрограмма «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы; 1.1. подпрограмма «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства»; 1.2. подпрограмма «Развитие семеноводства сельскохозяйственных растений»; 1.8. подпрограмма «Развитие и поддержка малых форм хозяйствования»; 1.9. подпрограмма «Обеспечение общих условий функционирования агропромышленного комплекса»;

**Таким образом, тема рассматриваемой диссертации актуальна.**

### **СТЕПЕНЬ НОВИЗНЫ РЕЗУЛЬТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ, И НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЩИТУ**

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию условий функционирования систем для механического стряхивания и сбора колорадского жука с ботвы картофеля, обоснованию конструктивно-технологической схемы рабочих органов в виде упруго-эластичных роторов и улавливающего устройства, исследованию движения на основе сил инерции особей колорадского жука при ударе лопасти по ботве на всех участках распределительного устройства и направлена на повышение полноты удаления насекомых и снижение повреждаемости стеблей и листьев растения.

**Работа содержит новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты в части:**

обоснования конструктивно-технологической схемы машины для механического сбора колорадского жука и целесообразности применения ее в составе комбинированного агрегата, выполняющего одновременно сбор особей колорадского жука и междурядную обработку картофеля;

получении аналитических выражений, определяющих конструктивные, кинематические и энергетические параметры (диаметр ротора, количество и ширина упруго-эластичных лопастей, необходимые начальные и конечные скорости сброса особей колорадского жука из условия достижения ими середины лотка для их сбора, размеры лотка и экрана, суммарная и дополнительная мощности привода) рабочих органов машины для механического сбора колорадского жука в виде роторов с упруго-эластичными лопастями и регуляторами амплитуды их колебаний обеспечивающих выполнение качественных показателей, установленных агропотребованиями, положенных в основу разработанного алгоритма инженерного расчета основных параметров рабочих органов машины;

получении на основе экспериментальных исследований уравнения регрессии, позволяющего определить рациональные эксплуатационные режимы работы при скорости агрегата 6–10 км/ч (1,67–2,78 м/с): окружная скорость ротора  $V_{\text{окр}} = 3,7 \text{ м/с}$ , положение регулятора на радиусе ротора от его оси  $R_p = 0,16 \text{ м}$ , площадь поперечного сечения лопасти  $S_{\text{лоп}} = 1800 \text{ мм}^2$ , с учетом зависимости силы упругости лопастей и остаточного количества особей на ботве от положения регулятора колебаний лопастей и физических свойств особей колорадского жука и картофельной ботвы (масса 1000 особей, насыпная плотность, скорость витания, концентрация особей на поверхности куста, сила упругости ботвы в зависимости от точки приложения усилия по ее высоте), обеспечивающих качественное стряхивание и сбор особей жука с ботвы картофеля при минимальном ее повреждении, использованных при разработке рекомендаций по применению машины при получении экологически чистой продукции;

**Новизна технических решений реализованных при создании машины для механического сбора колорадского жука подтверждена 3 патентами Республики Беларусь на полезные модели ВУ № 1961, № 3874, № 4041.**

Положения, выносимые соискателем на защиту, содержат принципиально новые научные результаты, признанные научным сообществом и опубликованные в стране и за рубежом.

### **ОБОСНОВАННОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ**

Выводы и рекомендации, сделанные в диссертации П.В.Зайца, включают пять пунктов и базируются на результатах собственных теоретических и экспериментальных исследований. **Основные выводы и рекомендации имеют достаточное обоснование и являются достоверными.** Они широко опробованы в опубликованных научных работах автора и доложены на научных конференциях международного и республиканского уровня.

В работе корректно используется математический аппарат, современная методика планирования эксперимента и методы компьютерного анализа полученных данных. По результатам экспериментальных исследований построены регрессионные уравнения и проведен анализ, подтверждающий их адекватность.

Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин определяется, в первую очередь, выбором адекватных механико-математических моделей взаимодействия сельскохозяйственных материалов с рабочими органами. Также достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов на их основе подтверждается использованием современных исследовательских приборов и стандартных методик проведения экспериментов.

Разработанные на основе исследований, проведенных диссертантом, практические рекомендации по обеспечению выращивания экологически чистого картофеля с применением комбинированного агрегата для сбора колорадского жука рассмотрены Научно-техническим советом (НТС) комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Гродненского областного исполнительного комитета, утверждены и рекомендованы к использованию по программе «Детское питание».

Новизна конструкции разработанного оборудования подтверждается 3 патентами на полезную модель Республики Беларусь.

По всем выводам имеются ссылки на опубликованные соискателем научные работы.

## **НАУЧНАЯ, ПРАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ С УКАЗАНИЕМ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ**

*Научная значимость* результатов диссертации заключается в следующем.

обоснование конструктивно-технологической схемы и алгоритма инженерного расчета основных конструктивно-технологических и кинематических параметров машины для механического сбора колорадского жука и целесообразности применения ее в составе комбинированного агрегата, выполняющего одновременно сбор особей колорадского жука и междурядную обработку картофеля;

получении аналитических выражений, определяющих конструктивные, кинематические и энергетические параметры рабочих органов машины для механического сбора колорадского жука в виде роторов с упруго-эластичными лопастями и регуляторами амплитуды их колебаний, обеспечивающих в совокупности требуемую полноту удаления вредителей с растений и уменьшение повреждаемости ботвы картофеля за счет предотвращения наклона стеблей вдоль рядков при движении машины;

получении уравнения регрессии, на основании которого решены задачи оптимизации позволяющие определить рациональные эксплуатационные режимы работы обеспечивающие качественный сбор колорадского жука с ботвы картофеля при окружной линейной скорости лопастей ротора 3,7 м/с, амплитуде колебаний лопастей 0,16 м, и площади поперечного сечения упруго-эластичных лопастей 1800 мм<sup>2</sup> с учетом зависимости силы упругости лопастей и остаточного количества особей на ботве от положения регулятора колебаний лопастей и физико-механических свойств особей колорадского жука и картофельной ботвы, обеспечивающих

качественное стряхивание и сбор до 95% особей жука с ботвы картофеля при минимальном ее повреждении;

**Практическая значимость** выполненной научно-исследовательской работы заключается в том, что ее результаты (методика расчета конструктивно-технологических параметров и экспериментальный образец рабочих органов для стряхивания и сбора колорадского жука с ботвы) легли в основу разработки машины для механического удаления колорадского жука, рассмотрены РУП «Гомсельмаш», ОАО «Барановичский автоагрегатный завод», ПООО «Техмаш» и приняты к использованию при разработке новой техники, предназначенной для механического сбора колорадского жука.

Комбинированный агрегат прошел испытания и внедрен на полях УО «ГГАУ», СПК «Занеманский» и МРСУП «Мостовчанка» Мостовского района, Гродненской области, РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси».

**Экономическая значимость** Разработанные рекомендации по обеспечению выращивания экологически чистого картофеля с применением комбинированного агрегата для сбора колорадского жука решением Научно-технического совета (НТС) комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Гродненского областного исполнительного комитета утверждены и рекомендованы к использованию по программе «Детское питание» (Протокол НТС №3 от 9 июня 2009 года).

Расчетный годовой приведенный экономический эффект составляет 48 494 руб., годовая экономия себестоимости – 31 311 руб., срок окупаемости капитальных вложений – 2,5 года, рентабельность увеличивается на 5,1 пункта.

**Социальная значимость** полученных результатов заключается в том, что проведенные исследования, разработанные рекомендации и запатентованные конструктивные схемы машины для механического сбора колорадского жука позволяют создать новое поколение машин для механизации трудоемких процессов в растениеводстве, снизить затраты тяжелого физического труда при выращивании экологически чистого картофеля.

**Результаты диссертации могут быть использованы** научно – исследовательскими, конструкторскими и производственными предприятиями при создании новых машин, предназначенных для защиты картофеля от колорадского жука, а также для повышения качества образования при подготовке инженерных и агрономических кадров сельскохозяйственного производства.

## **ОПУБЛИКОВАННОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ В НАУЧНОЙ ПЕЧАТИ**

**Опубликованность результатов диссертации отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь.** Основные положения и полученные в диссертации результаты изложены в 32 печатных работах и тезисах, опубликованных в научных изданиях, а также в трех патентах на полезные модели. Двенадцать публикаций по теме диссертации соответствуют п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в

Республике Беларусь. Три работы опубликованы в зарубежных изданиях. Общее количество опубликованных материалов – 152 страницы (6,15 авторских листа).

В опубликованных соискателем научных работах приведены материалы, на основании которых сделаны основные выводы по диссертационной работе.

### **СООТВЕТСТВИЕ ОФОРМЛЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ТРЕБОВАНИЯ ВАК**

Полный объем диссертации с приложениями составляет 169 страниц, в том числе 111 страниц – основной текст, который включает 39 иллюстраций, 14 таблиц, список использованных источников в количестве 116, список публикаций соискателя в количестве 32 единиц и 6 приложений.

Работа имеет четыре главы. Главы завершаются краткими выводами. Заключение состоит из 5 пунктов основных научных результатов, подводящих итог выполненной работы, а также рекомендаций по практическому использованию результатов. В каждом пункте заключения имеются ссылки на публикации автора, в которых отражено его содержание.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Автореферат и диссертационная работа написаны грамотным техническим языком. **Их оформление соответствует требованиям Инструкции ВАК Беларуси** (Постановление ВАК Рреспублики Беларусь от 28.02.2014 г. в редакции постановления ВАК Рреспублики Беларусь от 22.08.2022 г.).

### **СООТВЕТСТВИЕ НАУЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ, НА КОТОРУЮ ОН ПРЕТЕНДУЕТ**

Анализ материалов диссертационной работы Зайца П.В. автореферата и опубликованных научных работ по теме диссертации подтверждают его высокую квалификацию в области механизации сельского хозяйства. Представленная диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям Положения ВАК Беларуси и специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (технические науки) по которой заявлена к защите. Диссертация является законченной самостоятельной квалифицированной научной работой и содержит новые, научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, которые имеют существенное значение для развития сельского хозяйства.

**Значимость и уровень представленной диссертационной работы показывает, что соискатель Заяц П.В. по своей научной квалификации соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (технические науки).**

### **ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ**

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. Положения, выносимые на защиту не полностью раскрывают полученные научные выводы в части установленных автором конкретных параметров и режимов работы предложенных рабочих органов, а также достигнутых результатов их практической реализации.

2. В разделе 1.1 главы 1 (стр. 16) не раскрыты требования к возделыванию экологически чистого картофеля, и в частности, в подразделе 1.2.2. не содержится анализ недостатков применения химического метода ограничения вредоносности колорадского жука таких как, например, накопление реагентов в почве и продукции, опасность для окружающей среды, воздействие на здоровье работников и др. Также нет информации по этому вопросу в тексте автореферата.

3. В разделе 1.3 главы 1 следовало привести более конкретный анализ известных машин для механического сбора колорадского жука с их классификацией по различным техническим особенностям и сравнением достоинств, недостатков и численных технико - экономических показателей работы в виде таблиц или схем.

4. В разделе 2.2.1 главы 2 на стр. 35 автором вводится показатель «коэффициент пропорциональности расположения особей колорадского жука в верхней части ботвы». На основании материалов раздела 3.5.2. (стр.75) его величина принята равной 0,5, но в тексте не раскрыт физический смысл этого показателя. Непонятно, какая доля особей находится в этой зоне? На стр.75 написано «большинство особей», что это в конкретных значениях? Какова вероятность этого?

5. На стр. 35 автор отмечает, что высота ботвы картофеля для районированных в Республике Беларусь сортов составляет 0,3 – 0,6 метра и также отличается в разные фазы развития растения. Не ясно, как учтено при обосновании основных конструктивно-технологических параметров машины для механического сбора колорадского жука неоднородность высоты ботвы по длине ряда? Исследовался ли при изучении физико-механических характеристик ботвы картофеля этот вопрос, а также как учтена разность в густоте стеблестоя кустов картофеля, особенно в фазе смыкания ботвы? Как эти факторы влияют на потери сбора жука в лоток?

6. В формулах определения линейной рабочей скорости машины (2.14) и связанной с ней (2.15) для определения ширины лопасти на стр.39 используется коэффициент перекрытия. На стр.38 указано, что его значение приблизительно равно 1,0. Необходимо пояснить каким образом выбирается значение этого коэффициента? Очевидно, что значение перекрытия должно задаваться исходя из технологических требований к машине, а не выбираться конструктором, так как от этого показателя будут зависеть как полнота сброса насекомых, так и повреждаемость ботвы. Также неясно, как учитывается при расчетах привода роторов эффект буксования опорно-приводных колес, особенно при влажной почве?

7. В расчете экономической эффективности в приложении «Г» допущена неточность при вычислении производственных затрат по существующей и новой технологиям. В итоговой таблице на стр.153 не учтена

стоимость химических средств защиты растений от сорняков и вредителей, приведенная в технологических картах на возделывание картофеля. Неясно, как это отразилось на результате расчета экономического эффекта при производстве экологически чистой продукции?

8. В заключении по работе (стр. 96) в пункте 3 указано, что сбор вредителей обеспечивается при диаметре ротора 0,5-0,55 метра, но этот результат не вытекает из текста работы так как его нет в выводах ни по одной главе диссертации. Вместе с тем, как правило, заключение формируется на основе выводов по главам диссертации.

9. На страницах 77-81 приведены материалы по статистической обработке результатов многофакторного эксперимента, которые более логично представлять в приложениях к диссертации, что автором и сделано в отношении обработки результатов однофакторных опытов.

10. В списке литературы менее 5% использованных источников опубликованы в последние 7 лет. Анализ современных исследований выглядит ограниченным.

11. В тексте автореферата некоторые пункты основной части диссертации изложены излишне лаконично. Не приведены данные по обоснованию выбора механического метода защиты картофеля от колорадского жука в сравнении с химико-биологическими, доказательно подтверждающими его преимущества, материалы 1 главы изложены непропорционально тексту диссертации.

12. К сожалению в тексте диссертации и автореферата содержатся недостатки технического характера: имеется незначительное количество грамматических ошибок, задачи исследования приведенные в общей характеристике работы не полностью совпадают с текстом раздела 1.4 главы 1, в «Перечне сокращений и обозначений» не все обозначения расшифрованы и имеют размерность.

Вместе с тем отмеченные недостатки не снижают общего положительного мнения об уровне и научной значимости представленной диссертационной работы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании анализа рассматриваемой работы и полученных результатов считаю, что диссертация является законченной квалификационной научной работой и соответствует требованиям пунктов 19 и 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автору Зайцу Павлу Владимировичу предлагается присудить ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (технические науки) за **новые**, научно обоснованные результаты в теории и практике механизации возделывания картофеля, **включающие:**

обоснование конструктивно-технологической схемы и алгоритма инженерного расчета основных конструктивно-технологических и кинематических параметров машины для механического сбора колорадского



жука и целесообразности применения ее в составе комбинированного агрегата, выполняющего одновременно сбор особей колорадского жука и междурядную обработку картофеля;

получении аналитических выражений, определяющих конструктивные, кинематические и энергетические параметры (диаметр ротора, количество и ширина упруго-эластичных лопастей, необходимые начальные и конечные скорости сброса особей колорадского жука из условия достижения ими середины лотка для их сбора, размеры лотка и экрана, суммарная и дополнительная мощности привода) рабочих органов машины для механического сбора колорадского жука в виде роторов с упруго-эластичными лопастями и регуляторами амплитуды их колебаний, обеспечивающих в совокупности требуемую полноту удаления вредителей с растений и уменьшение повреждаемости ботвы картофеля за счет предотвращения наклона стеблей вдоль рядков;

получении уравнения регрессии, на основании которого решены задачи оптимизации рациональных эксплуатационных режимов работы машины, обеспечивающих качественное стряхивание колорадского жука с ботвы картофеля при окружной линейной скорости ротора 3,7 м/с, амплитуде колебаний лопастей 0,16 м, и площади их поперечного сечения 1800 мм<sup>2</sup>, с учетом зависимости силы упругости лопастей и остаточного количества особей на ботве от положения регулятора колебаний и физико-механических свойств особей колорадского жука и картофельной ботвы (масса 1000 особей, насыпная плотность, скорость витания, концентрация особей на поверхности куста, сила упругости ботвы в зависимости от точки приложения усилия по ее высоте), удаление и сбор до 95% особей жука с ботвы картофеля при минимальном ее повреждении установленным агротребованиями;

**что в совокупности позволило** разработать комбинированный агрегат в составе культиватора для междурядной обработки картофеля и машины для сбора колорадского жука и выработать рекомендации по его применению при получении экологически чистой продукции, примененные в ряде сельхозорганизаций. Расчетный годовой приведенный экономический эффект составляет 48 494 руб., срок окупаемости капитальных вложений – 2,5 года, рентабельность увеличивается на 5,1 пункта.

Даю согласие на размещение отзыва о диссертации на официальном сайте учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор

В.Н. Дашков

Подпись В.Н. Дашкова удостоверяю:  
начальник ОКБРАТУ \_\_\_\_\_ О.П. Якимов

