

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук профессора Василенко Владимира Васильевича на диссертационную работу «Совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свеклы агрегатами блочно-модульного построения на базе интегрального энергосредства», представленную Балашовым Александром Владимировичем к публичной защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства в объединенный диссертационный совет Д 999.179.03 на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Актуальность темы диссертации

Производство свекловичного сахара играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности России. Сахарная свёкла в нашей стране является единственным источником сырья для этого производства, но из всех пропашных культур она наиболее требовательна к условиям нормального развития растений. Поэтому технология возделывания и уборки этой культуры постоянно совершенствуется с целью повышения урожайности с минимально возможными материально-техническими затратами. За последние пять лет валовой сбор и урожайность сахарной свеклы превысили показатели, предусмотренные целевым индикатором Государственной программы, Концепцией развития свеклосахарного комплекса в Российской Федерации (2008-2020 гг.) и Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации. Валовой сбор достиг 50 млн. т, а средняя урожайность поднялась до 47 т/га. Это позволило добиться за последние три года среднегодового производства свекловичного сахара в объеме более 6 млн. т и обеспечить экспорт сахара в объёме более 400 тыс. тонн. Полученный объём сахара гарантировал его потребление в пределах медицинской нормы (38-39 кг в день одного человека) и самообеспеченность страны сахаром. При этом себестоимость

1 тонны сахарной свеклы в 2018 году увеличилась на 30% и составила 2280 руб. при закупочной цене 2700 руб. Дальнейшее повышение эффективности свеклосахарного производства возможно путём модернизации технических средств и новых технологических приёмов на каждой полевой операции. Известно, что сахарная свёкла требует глубокую отвальную вспашку, и тут надо искать пути снижения энергоёмкости, при посеве надо более точно размещать семена в борозде, так как при хаотичном распределении свёкла теряет до 27% урожая, кроме того, семенам надо обеспечить хорошую всхожесть, а молодым растениям - питание и защиту от вредителей. При уходе за растениями и уборке требуется отсутствие повреждений и потерь. Весь комплекс полевых операций желательно проводить на базе многофункциональных комбинированных машин и агрегатов, которые способны адаптироваться к изменяющимся почвенно-климатическим и производственным условиям. В связи с этим, научные исследования, направленные на совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свеклы с применением высокопроизводительных комбинированных агрегатов на базе интегрального универсально-пропашного энергетического средства, способного работать одновременно с двумя сельскохозяйственными машинами, обеспечивающими рациональное использование ресурсов и увеличение урожайности культуры, являются актуальной научной проблемой, имеющей важное хозяйственное значение.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,
сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Обоснована актуальность проведенных исследований, показаны степени разработанности темы, научная проблема и научная гипотеза, изложены цель и задачи исследований, а также положения, выносимые на защиту. Анализ предыдущих работ заканчивается наглядным представлением схемы полевых операций и технических средств, на основе которой можно формировать различные варианты технологий возделывания культуры. Содержание работы соответствует намеченным цели и задачам исследований. Обширный и глубокий анализ существующих научных достижений, намеченный в первой задаче, предопределил направление исследований, которое отражено в выводе номер один. Вторая зада-

ча, касающаяся разработки комбинированных агрегатов и обоснования их конструктивных и режимных параметров, решена, и её результаты приведены в выводе номер два. Третья задача относится к постановке полевых опытов по подтверждению теоретических или поиску новых зависимостей исследуемых показателей воздействия рабочих органов на обрабатываемую среду. Приведены ссылки на нормативные документы по методике исследований, например СТО АИСТ 4.10-2010, СТО АИСТ 8.23-2010. В выводе номер три утверждается, что эта задача выполнена. Четвёртая задача содержится в разработке рекомендаций по количеству агрегатов хозяйствам, имеющим определённые площади свекловичных плантаций. Резюме изложено в выводе номер четыре. Второй и третий выводы подробно детализированы для каждой полевой операции. Пятый вывод представляет положительную оценку экономической эффективности применения результатов диссертационного исследования.

Сформулированные в диссертационной работе научные положения и выводы получены на основе проведенного автором анализа и систематизации предшествующих исследований по проблеме и проведения собственных аналитических и экспериментальных исследований с использованием фундаментальных работ российских и зарубежных ученых и принятых в данном научном направлении методов экспериментальных исследований. Обоснованность экспериментальных исследований подтверждается использованием стандартной проверенной методики и применением сертифицированной измерительной и регистрирующей аппаратуры. На основании анализа теоретических и экспериментальных исследований сформулированы рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных результатов; проведением лабораторных исследований и производственными испытаниями; сходимостью полученных результатов с результатами исследований других авторов, занимающихся данной тематикой; использованием современных приборов и оборудования, внедрением разработанных машин и устройств в различных хозяйствах региона; выступлениями с результатами исследований на международных и всероссийских научных конференциях, одобрением докладов и публикаций в открытой печати.

Новизна исследований и полученных результатов

Прежде всего, новизна исследований заключается в практической реализации преимущества комбинированных агрегатов на базе трактора с интегральной схемой агрегатирования навесных машин и орудий применительно к возделыванию сахарной свёклы, на что надеялись ещё в конце прошлого века создатели липецкого трактора ЛТЗ-155. Комплекс полевых операций, совмещённых попарно на базе предложенных комбинированных агрегатов, представляет собой усовершенствованную ресурсосберегающую технологию возделывания и уборки сахарной свеклы с повышением качества их выполнения при минимальных энергетических затратах. В процессе разработки этой проблемы автор предложил новые технологические и конструктивные решения по отдельным операциям. Спроектирована и рассчитана схема нового поворотного плуга для гладкой вспашки, отличающегося новым способом уравнивания боковых сил, обосновано применение капсулированных семян, разработана новая схема высевающего аппарата, отличающаяся возможностью работы с капсулированными семенами, ускоренным режимом поштучного дозирования и способом устранения сводообразования, обоснованы параметры культиватора с аппликаторами для точной обработки посевов, разработана схема вибрационного свеклокопателя и проверена эффективность его работы. Выполнена систематизация факторов, влияющих на потери продукции при возделывании и уборке сахарной свеклы. Обоснованы режимы эффективного использования комбинированных агрегатов для возделывания и уборки сахарной свеклы с учетом условий и фаз развития растений.

Научная и практическая значимость работы

Научно значимыми могут быть признаны следующие составляющие диссертационного исследования:

- обоснование условий рационального агрегатирования интегрального энергетического средства с сельскохозяйственными машинами обеспечивающими полноту использования тягового коэффициента полезного действия;

– теоретические исследования навесоспособности, маневренности и вписываемости интегрального энергетического средства при комбинировании на его основе сложных агрегатов, используемых в усовершенствованной ресурсосберегающей технологии возделывания и уборки сахарной свеклы;

– обоснование новых технологических схем поворотного плуга для гладкой вспашки, сеялок для высева дражированных и капсулированных семян, оборудованных системой контроля высева, комбинированного агрегата для посева, культиватора с аппликаторами для точной обработки посевов;

– обоснование технологии комбинированной обработки посевов сахарной свеклы, предусматривающей совмещенное ленточное внесение гербицидов в защитную зону рядка, внекорневую подкормку по листовой поверхности и механическую междурядную обработку почвы;

– теоретическое исследование вибрационного извлечения корнеплодов позволяющего повысить качество работы свеклокопателя с вибрационными копачами при снижении затрат мощности на привод рабочих органов с учетом конструктивно-режимных параметров уборочного агрегата и почвенных условий.

Практическую значимость имеют следующие результаты исследования:

– усовершенствованная технология возделывания и уборки сахарной свеклы с использованием комбинированных агрегатов на базе интегрального энергетического средства;

– техническая документация на совершенствование тракторов свекловичной модификации, комбинированного агрегата для предпосевной подготовки почвы, поворотного плуга, сеялки точного высева капсулированных семян, прицепного свеклоуборочного комбайна;

– результаты государственных испытаний предложенных технических средств механизации возделывания и уборки сахарной свеклы;

– рекомендации по техническому оснащению технологии возделывания и уборки сахарной свеклы;

– определение потребности в самоходных комбайнах и комплексах уборочных машин с учетом организации работ и способов уборки сахарной свеклы.

Результаты представленных научных исследований могут быть использованы при разработке и совершенствовании технических средств механизации технологических операций возделывания и уборки сахарной свеклы. Использование на производстве результатов исследований подтверждено актами внедрения.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 386 страницах машинописного текста и включает 124 рисунка, 18 таблиц и 4 приложения. Список литературы включает 242 наименования, в том числе 12 на иностранных языках.

Во введении содержится краткая характеристика рассматриваемой проблемы, обосновывается актуальность исследований. Сформулированы цель и задачи исследований, приводятся объекты, методы исследования, научная новизна положений, выносимых на защиту, теоретическая и практическая ценность работы и апробации полученных научных результатов.

В первой главе «Состояние проблемы и основные направления совершенствования технологии и средств механизации возделывания и уборки сахарной свеклы» проведен обзор состояния и перспектив развития свекловодства в России. Проанализированы технологические процессы возделывания и уборки сахарной свеклы и факторы, влияющие на потери продукции. Намечены пути совершенствования технологического процесса возделывания и уборки сахарной свеклы с целью снижения потерь получаемой продукции. Подробно проанализированы технологические операции и технические средства механизации. Особое внимание уделено анализу конструкций интегральных энергетических средств и комбинированному построению машинно-тракторных агрегатов на его базе.

На основе проведенного анализа и сделанных выводов сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе «Теоретические исследования технических средств возделывания и уборки сахарной свеклы» сформулированы условия рационального агрегатирования энергетического средства с сельскохозяйственными машинами. Обос-

нованы навесоспособность, агротехнологическая вписываемость и маневренность энергетического средства и снижение затрат мощности при использовании блочно-модульного комбинированного агрегата на посеве сахарной свеклы.

Определены способы движения энергетического средства в прямолинейных междурядьях сахарной свеклы, поперечные смещения его передних колес и секций рабочих органов машин, а также динамика перераспределения тяговых нагрузок при работе энергетического средства в составе комбинированных агрегатов.

Обоснованы конструктивно-технологические схемы поворотного плуга и симметричных рабочих корпусов, не содержащих полевых досок, а также устойчивость плуга от действия боковых сил.

Представлены результаты теоретических исследований высевающего аппарата для посева капсулированных семян с обоснованием конструктивных параметров высевающего диска и определением конфигурации и размеров сводоразрушителя, установленного на высевающем диске. Теоретически определены скоростные режимы движения посевного агрегата с учётом частоты вращения высевающего диска.

Теоретически обоснованы способы точной обработки посевов сахарной свеклы с использованием культиватора с аппликаторами и применением на них распылителей с щелевой насадкой.

Представлены описание процесса вибрационного извлечения корнеплодов и теоретический анализ затрат мощности при колебательном движении вибрационного копача.

Теоретически обоснованы положения по повышению производительности и качества работы уборочных агрегатов.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» разработаны методики лабораторных и полевых исследований технических средств, используемых при отработке усовершенствованной технологии возделывания и уборки сахарной свеклы. Представлены программа и методики исследований, которые предусматривали определение тяговых нагрузок и силы тяги на крюке интегрального трактора ЛТЗ-155 при работе в составе машинно-

тракторных агрегатов с применением измерительной аппаратуры после проведения её тарировки по разработанной методике. Представлены фотографии и описание тарировочных стендов.

В этой главе приведены методики лабораторно-стендовых и полевых исследований технических средств:

- поворотного плуга;
- высевающего аппарата для капсулированных семян с применением многофакторного эксперимента при определении его конструктивно-режимных параметров;
- культиватора с аппликаторами для точной обработки посевов с определением качества распыла и проведением производственной проверки;
- свеклокопателя с вибрационными копаками с применением многофакторного эксперимента при изучении повреждений корнеплодов и тягового сопротивления свеклокопателя.

Приведена методика эксплуатационно-технологической и агротехнической оценки комбинированных агрегатов при производственной проверке технологии возделывания и уборки сахарной свеклы.

Обработка и анализ полученных экспериментальных данных проводилась по разработанной методике.

Выполненная оценка точности измерений по предельным ошибкам подтвердила корректность разработанной методики и выполненных экспериментальных исследований.

В четвертой главе «Результаты и анализ экспериментальных исследований» представлены результаты экспериментальных исследований устойчивости и тягово-мощностных показателей пахотного агрегата с поворотным плугом, агрегата для предпосевной обработки почвы и посева, междурядной обработки с опрыскиванием и уборки.

В результате проведенных лабораторно-стендовых исследований высевающего аппарата сеялки для высева капсулированных семян были определены размерно-массовые характеристики и фрикционные свойства капсулированных се

мян, а также вместимость бункера для них. В ходе производственных испытаний сеялки были определены эксплуатационно-технологические показатели работы посевного агрегата.

В главе представлены результаты исследований комбинированного агрегата на посеве сахарной свеклы и модернизированных сеялок, оборудованных высевающей системой для капсулированных семян, лабораторно-стендовых исследований качества работы распылителей с щелевой насадкой, установленных на культиваторе с аппликаторами для точной обработки посевов сахарной свеклы, а также результаты производственной проверки этого технического средства.

В результате проведенных исследований было определено влияние режимов работы вибрационных копачей и почвенных условий на качественные и энергетические показатели работы свеклокопателя.

Для сравнения были проанализированы литературные сведения с технологической оценкой работы зарубежных самоходных комбайнов и комплексов машин для двух- и трехфазной уборки сахарной свеклы.

В пятой главе «Рекомендации производству по техническому оснащению технологии возделывания и уборки сахарной свеклы» предложены аналитические выражения и номограммы по определению потребности в агрегатах посевного и уборочного комплексов на базе интегрального трактора с учетом выполнения агротехнических требований по каждой технологической операции и естественных производственных условий уборки сахарной свеклы.

По результатам численного эксперимента с учетом квотированного приёма сахарным заводом корнеплодов были определены потребность в самоходных свеклоуборочных комбайнах по районам Тамбовской области и требуемая вместимость бункера.

В шестой главе «Технико-экономические показатели эффективности технологий и технических средств для возделывания и уборки сахарной свеклы» дана оценка эффективности использования предлагаемого комплекса машин по возделыванию и уборке сахарной свеклы.

Предлагаемый комплекс машин для возделывания и уборки сахарной свеклы с использованием комбинированных машин и агрегатов позволит по отдельным технологическим операциям снизить затраты труда от 1,16 до 2,86 раз при экономии удельных прямых эксплуатационных затрат от 2,4 до 38,8%, что в суммарном выражении составит более 540 тыс. рублей при обработке 100 га. Каждая глава заканчивается выводами.

В заключении представлены выводы, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации опубликованы в 67 научных работах, в том числе 37 научных статей опубликовано в ведущих рецензируемых научных изданиях рекомендуемых ВАК РФ. Также по теме диссертации, опубликованы одна монография, одна книга и 11 других научных изданий. Общий объем публикаций составляет 111 п.л., из них автору принадлежит 31,75 п.л. Соискатель является соавтором 9 патентов РФ на изобретения.

Опубликованные материалы по результатам исследований достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат соответствует предъявляемым требованиям, представляет краткое описание материала диссертации, его текст изложен в последовательности, представленной в основной работе, содержание выводов не имеет отклонений от их изложения в диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Оценка языка и стиля диссертации, ее соответствие предъявляемым требованиям

Материалы исследований изложены достаточно полно и подробно в последовательности технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культуры с использованием технической терминологии и рекомендаций

ванных единиц измерения. Как и требуется для диссертации, в рассуждениях и сопоставлениях имеются ссылки на цитируемые источники, а в описаниях объектов исследования и применяемого научного оборудования показаны фотографии, доказывающие факт их применения. Однако текст рукописи требует корректорской правки, так как в оглавлении приведена рубрикация с многоуровневым дроблением подразделов, а в описании встречаются грамматические ошибки.

Основные главы работы иллюстрированы графиками таблицами и схемами вариантов технологии возделывания культуры. Диссертация является законченным, выполненным лично автором научно-исследовательским трудом, имеющим высокий научный уровень исполнения. Полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Основное содержание диссертации соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени доктора наук.

Замечания по диссертационной работе

1. В названии диссертации, а также зачастую и в тексте автор применяет словосочетание «блочно-модульное построение машинно-тракторного агрегата». Но ведь это словосочетание обычно применяется для отдельных машин и орудий, которые составлены из одинаковых модулей, или блоков, число которых подбирают в соответствии с мощностью энергетического средства, желаемой ширины захвата или по другим условиям эксплуатации. Примером может служить сеялочный модуль СТС-2,1 с возможностью монтажа свободными торцами в многометровые сеялки, многокорпусные плуги с фланцевыми креплениями одинаковых блоков рабочих корпусов и другие почвообрабатывающие орудия. Более точный смысл был бы в названии диссертации «Совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свёклы на базе комбинированных агрегатов с двусторонним размещением на интегральном энергосредстве». Весь текст построен на «блочно-модульной» терминологии, но она не безупречна. Так, в рассуждениях на с. 73 нельзя понять отличие модуля от машины.

2. Рисунок 1.9 – Технологические операции и технические средства, используемые при возделывании и уборке сахарной свёклы надо было дополнить перечнем операций, которые предлагается комбинировать попарно на интегральном энергосредстве.

3. В разделе 1.3.1 «Пути совершенствования технологического процесса возделывания и уборки сахарной свеклы по снижению потерь продукции» ничего не сказано о значительном влиянии точности распределения семян и растений в рядке на урожайность, о перспективе применения капсулированных семян, хотя исследование посева такими семенами составило заметную часть диссертации.

4. Цель и задачи исследования изложены дважды.

5. Неудачная запись неравенства (2.2) на с. 79, так как крюковая мощность не может быть больше эффективной.

6. Все теоретические рассуждения в разделе 2.2 лучше было бы заменить составлением суммы моментов относительно каждой оси и вытекающими отсюда двумя уравнениями нагрузки на оси в зависимости от двух переменных – масс навешенных машин спереди и сзади от нуля до максимума, а результаты расчётов представить двумя трёхмерными графиками. Без этого полученный результат, ограничивающий массу машины на задней навеске, не учитывает влияния массы передней машины.

7. При обосновании снижения затрат мощности комбинированным агрегатом на с. 86 упущен главный аргумент – меньше перемещений энергетического средства по полю.

8. Два подраздела на с. 87-89 по определению маневренности агрегата в междурядьях не имеют цифровых результатов расчёта.

9. Выражения (2.25) и (2.26) на с. 95 ошибочны, в них не должен участвовать радиус колеса, иначе не сходятся единицы измерения. Тяговый расчёт не имеет предсказуемости в цифрах, которую можно было бы проверить экспериментально.

10. Выведенная формула (2.31) на с. 99 для сопротивления плуга отличается от классического выражения академика В.П. Горячкина и имеет спорные составляющие.

11. Неравенство (2.39) на с. 102 написано неправильно, так как не различает минимальный и максимальный диаметры капсул.

12. На с. 102 описание скоростей вращения диска и семян ошибочно, стиль изложения требует правки. Нет расчёта предельных скоростей вращения диска и движения агрегата.

13. На расчётных графиках мест расстановки распылителей и размеров обрабатываемых зон, приведенных в разделе 2.5, нет экспериментальных данных, поэтому точки на кривых неуместны.

14. В выражении (2.57) на с. 120 допущено три неточности:

- оно представляет затраты мощности не на перемещение агрегата, а на всю его работу;

- параметр G – это не масса уборочного агрегата, выраженная в килограммах, а его вес, выраженный в Ньютонах:

- три передаточных отношения в формуле не нужны, так как мощность равна произведению крутящего момента на угловую частоту.

15. Из пункта 7 выводов по теоретической главе (с. 149) следует убрать часть текста об исследовании частоты и амплитуды колебаний вибрирующих копачей.

16. Очень удачную и перспективную конструкцию поворотного плуга следовало бы снабдить правильной регулировкой ширины захвата, так как описанная на с. 166 регулировка неприемлема. Нельзя нарушать оптимальный угол поворота рабочего корпуса, при котором вся его опорная поверхность, играющая роль полевой доски, прилегает к стенке борозды. Это положение должно сохраняться при любом выбранном угле поворота несущей балки за счёт изменения длины кинематического звена в механизме поворота рабочих корпусов.

17. Никуда не годится вертикальная шкала графика на рисунке 4.3 (с. 186). Ошибка в единице измерения.

18. Явно ошибочное утверждение «При увеличении ширины захвата плужного корпуса на 10 % уменьшается на 10-13 % тяговое сопротивление поворотного плуга.» (с. 186).

19. График на рисунке 4.4 требует обозначения кривых (с.187), а на рисунке 4.6 – обозначения шкалы.

20. Во введении сказано о 113 публикациях, но автореферат содержит 67 позиций в списке опубликованных работ. Нет публикаций с индексацией в базах Scopus и Web of Science.

21. Встречаются грамматические и синтаксические ошибки, чаще всего в расстановке запятых и двоеточия (с. 72 строка 6, с 75 строка 22, с. 77 строки 2 и 3, с.84 строка 11, с. 89 строка 1), несовпадения падежей, опечатки в словах и т.д.

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

Перечисленные замечания ухудшают качество рукописи, но полученные результаты диссертационного исследования впечатляют своим объёмом, широтой охвата технологии, обилием измерительного и регистрирующего оборудования, а главное – актуальностью проблемы и практической значимостью предлагаемых технологических решений, новизной конструкций разработанных средств механизации, конкретными рекомендациями хозяйствам региона по техническому оснащению свекловодства. Рецензируемая диссертация «Совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свеклы агрегатами блочно-модульного построения на базе интегрального энергосредства» соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, так как она является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена крупная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, и в ней изложены научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны, что включено в пункт 8 Положения. Как и требуется в пункте 9, диссертация представлена в виде специально подготовленной и написанной единолично рукописи, которая имеет внутреннее единство и содержит совокупность новых научных результатов и положений.

По объему и глубине изучения поставленной проблемы, степени ее прора-

ботки и анализа, научному и практическому значению диссертационная работа «Совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свеклы агрегатами блочно-модульного построения на базе интегрального энергосредства» отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Балашов Александр Владимирович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Доктор технических наук (05.20.01), профессор,
профессор кафедры сельскохозяйственных
машин, тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный аграрный
университет имени императора Петра I»

Василенко Владимир Васильевич

Почтовый адрес: Россия 394087 Воронеж, ул. Морозова, дом 10, кв. 53.

Тел.8 (473) 2-53-80-41; 8-919-243-10-12.

E-mail: vladva.vasilenko@yandex.ru

Должность, ученую степень, ученое звание и подпись Василенко В.В. заверяю

