

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Васильева Сергея Анатольевича на диссертационную работу Галиуллина Искандера Гаязовича «Информационно-управляющие системы беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 – «Информационно-измерительные и управляющие системы» (технические науки) в диссертационный совет 99.0.135.02, созданный на базе БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Актуальность темы исследования

Развитие сельскохозяйственного сектора требует внедрения высокоавтоматизированных технологий, способных повысить рентабельность и производительность. В условиях динамично меняющегося климата, дефицита квалифицированной рабочей силы и увеличения спроса на продукцию растениеводства и животноводства возникает необходимость перехода к более совершенным методам управления сельскохозяйственными операциями. На фоне мировых тенденций цифровизации, автоматизации и роботизации сельскохозяйственной отрасли, беспилотные транспортные системы становятся необходимым элементом инновационной инфраструктуры. Они способны выполнять задачи по транспортировке, обработке и сбору урожая, обеспечивая стабильность и точность операций при минимальных затратах труда.

Кроме того, для Российской Федерации, имеющей значительные сельскохозяйственные площади, внедрение таких систем особенно важно, поскольку позволяет не только улучшить производственные показатели, но и решить проблему нехватки квалифицированных кадров в отдаленных и малонаселенных районах. В этом контексте разработка систем автоматизации беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем (БСТС), направленная на обеспечение надежности, эффективности и адаптивности таких решений, является крайне востребованной.

Особое значение приобретает подход, основанный на устранении системных ограничений, препятствующих полноценной работе беспилотных систем. Выявление и устранение таких ограничений позволяет преодолеть барьеры на пути внедрения беспилотных технологий в сельское хозяйство. Таким образом,

диссертационная работа автора находится на стыке актуальных направлений науки и прикладных задач, что подчеркивает ее значимость как для теоретического, так и для практического прогресса в данной области.

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

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность подтверждается достаточной сходимостью экспериментальных и теоретических данных, объемом экспериментального материала и применением общепринятых методов математического и системного моделирования, действующих рекомендаций, методик и стандартов. Соискателем изучены и проанализированы известные достижения других авторов по вопросам развития беспилотной сельскохозяйственной техники, интеллектуальными системами в сельском хозяйстве, повышением уровня интеграции беспилотных технологий в сельскохозяйственную технику и перспективами применения беспилотного транспорта в России.

Научная новизна исследований заключается в разработке универсального шаблона проектирования беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем; в описании ключевых системных ограничений информационно-управляющих систем беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств, что значимо для понимания особенностей функционирования данных систем и определения направлений их улучшения; в разработке методов устранения системных ограничений в сельскохозяйственных беспилотных транспортных системах, основанных на синергии бережливого производства и теории ограничений; в разработке структуры и методов построения виртуальных полигонов – верифицируемых систем достоверной симуляции и комплексного воспроизведения динамических процессов и объектов робототехнических транспортных систем сельскохозяйственного назначения.

Новизна технических решений подтверждена 13 свидетельствами о государственной регистрации программы для ЭВМ (№2022665171, 2022665990, 2021667314, 2021667402, 2021667403, 2021667404, 2021667448, 2021667510, 2021667661, 2021667845, 2021668192, 2021668265, 2021668266).

Значимость для науки и практики полученных результатов

Значимость результатов диссертации для науки и производства заключается в том, что автором обоснованы научные положения, при помощи которых можно внедрить эффективные подходы разработки информационно-управляющих систем для БСТС с использованием современных методологий и технологий.

Результаты научных исследований внедрены в деятельность ООО «ТПК МТЗ-Татарстан» при проведении работ по автоматизации тракторов Беларус-112Н, Беларус-3522, внедрены и использованы в Научно-исследовательском центре «Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект» Института вычислительной математики и информационных технологий для разработки серии беспилотных сельскохозяйственных наземных транспортных средств при получении ключевых результатов Центра по программе Приоритет-2030. Указанные внедрения подтверждены актами.

Оценка содержания диссертации, положений и выводов

Диссертационная работа Галиуллина И.Г., изложена на 282 страницах машинописного текста, включает 52 иллюстрации, 13 таблиц. Работа состоит из оглавления, введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 124 наименований, в том числе 20 работ автора и 5 приложений на 73 страницах.

В приложениях представлено: А - Принципиальная схема платы блока управления МТЗ-122; Б - Электрические соединения комплексной системы управления БД, ПВМ, ВОМ и переключением передач трактора Беларус-3522; В - Электрические соединения электронной системой управления двигателем трактора Беларус-3522 Cummins; Г - Принципиальная схема платы блока управления МТЗ-3522;

Д - Листинг программы низкоуровневого управления системы «Беспилотный трактор КФУ-МТЗ-112».

Во введении обоснована актуальность обоснована актуальность рассматриваемой проблемы, сформулированы цель и задачи работы, определены практическая ценность и область применения результатов, приведены сведения об апробации работы и представлены основные положения, выносимые на защиту. Исследования автора посвящены построению информационно-управляющих систем транспортных средств сельскохозяйственного назначения.

В первой главе «Сценарии эксплуатации, уровни автоматизации техники в сельском хозяйстве и известные реализации» проведен обзор существующих и перспективных БСТС в сельском хозяйстве; были рассмотрены инфокоммуникационные системы БСТС и методологии их проектирования.

Во втором разделе «Реализация шаблонов проектирования в различных ИС БСТС с точки зрения реализации концепции бережливого производства и теории ограничения Голдратта» представляет собой систематическую работу по определению и преодолению системных ограничений на стадии разработки ИС БСТС.

В третьем разделе «Проектирование и реализация информационно-управляющих систем БСТС» детально рассматривается процесс автоматизации двух моделей тракторов «МТЗ-112Н-01» и «МТЗ-3522». Материал этой главы представляет собой глубокий анализ технических аспектов, используемых систем и перспектив дальнейшей автоматизации.

В четвертом разделе «Виртуальное моделирование» посвящена разработке и применению виртуальных моделей для БСТС. Каждый раздел этой главы детально рассматривает аспекты создания виртуальных окружений, моделей транспортных средств, систем сенсорики и алгоритмов управления.

Анализ и оценка общих выводов по работе

По результатам исследования сделано заключение, состоящее из четырех пунктов общих выводов, помимо локальных выводов по главам. Все выводы

заклучения отражают поставленные задачи исследований, содержат обоснование основных научных положений, обладают новизной.

Первый вывод заключения получен на основе анализа выполненных работ и собственных поисковых исследований по адаптации существующих шаблонов проектирования в автомобильной промышленности к транспортным средствам сельскохозяйственного назначения. Разработан универсальный шаблон проектирования беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем, состоящий из 4 подсистем и 14 функциональных блоков. Соответствует первой задаче исследования, отражает достоверную информацию.

Второе заключение достоверно и обладает новизной, соответствует второй задаче исследования. Определены ключевые системные ограничения информационно-управляющих блоков беспилотной сельскохозяйственной техники: ограниченность ресурсов и строгая приоритезация задач вычислительной подсистемы, пропускная способность, латентность, джиттер, помехоустойчивость подсистемы коммуникации и связи, частота получения навигационных оценок, точность позиционирования, качество сигнала и количество наблюдаемых спутников в подсистеме позиционирования и навигации, скорость обработки данных, количество и качество различных распознаваемых объектов в подсистеме машинного зрения.

Третье заключение соответствует третьей задаче. Определены методы снятия приведенных системных ограничений для вычислительной подсистемы, системы позиционирования и навигации, системы связи, машинного зрения.

Четвёртое заключение соответствует четвертой задаче исследований. Данное заключение обладает новизной, вытекает из теоретических и экспериментальных исследований. Разработана и детально описана методика виртуального проектирования БСТС, приведены аспекты создания виртуальных окружений, моделей транспортных средств, систем сенсорики и алгоритмов управления.

Так как в работе рассматривается сельскохозяйственный трактор, то в выводах желательно было указать эффективность информационно-управляющей системы

для агротехнического приема, на примере, определенных сельскохозяйственных растений.

В целом, все выводы отражают проведенные автором экспериментальные и теоретические исследования, являются достоверными и представляют ценность для аграрного машиностроения и сельскохозяйственных предприятий РФ.

Разделы структуры заключения «Рекомендации производству» и «Перспективы дальнейшей разработки темы» изложены грамотно и достоверно.

Оценка содержания и оформления автореферата диссертации

Автореферат диссертационной работы отражает основные научные положения, выводы и результаты исследований, что позволяет определить соответствие диссертационной работы и квалификации автора, изложенным в пункте 9 «Положения о присуждении ученых степеней» требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертационная работа и автореферат диссертации Галиуллина И.Г. изложены технически грамотно. Научные положения, выводы и результаты сформулированы на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований, материал изложен логически последовательно и доказательно.

Сведения о публикации, апробации и реализации научных результатов

Научные результаты, положения и выводы диссертационной работы Галиуллина И.Г. опубликованы в 20 печатных работах, в том числе 7 работ в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получено 13 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общие замечания по содержанию и оформлению диссертации

Наряду с общей положительной оценкой диссертации имеются следующие замечания:

1. В диссертации следовало более полно привести расшифровку некоторых терминов и определений, а также в содержании нумерацию подразделов привязать к номерам глав.

2. В рамках испытаний разработанного аппаратно-программного комплекса, представленного во второй главе, были проведены эксперименты по детектированию и классификации объектов классов «столб», «дерево», «кустарниковая растительность», но не приводится ни одно сельскохозяйственное культурное растение, которое как объект расположено на поле.

3. Необходимо было предоставить функционально-структурную схему для двух вариантов беспилотных тракторов МТЗ в тяжелом и легком классе и провести их сравнение.

4. По приведенным в четвертой главе методикам проведения экспериментальных исследований не представлены характерные способы движения и развороты, используемые в земледелии, например, петлевой разворот.

5. К сожалению, остался без внимания участок испытательного полигона, учитывались ли его характеристики, например, уклон несущей поверхности, который тоже мог влиять на боковое смещение трактора.

Однако имеющиеся и указанные недостатки в диссертационной работе носят рекомендательный характер, являются направлениями для дальнейших исследований и не влияют на общую положительную оценку.

Заключение

Диссертационная работа Галиуллина Искандера Гаязовича на тему «Информационно-управляющие системы беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение при интеграции информационно-управляющих процедур в процессы создания и эксплуатации БСТС на основе разработки шаблонов их проектирования с определением и устранением ключевых системных ограничений.

Рассматриваемая диссертация обладает внутренним единством, является законченной научной квалификационной работой, выполненной лично автором. Она решает актуальную научную задачу, имеющую важное прикладное значение.

Несмотря на отмеченные замечания, в основном носящие рекомендательный характер, по совокупности проведенных исследований и полученных результатов, диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Галиуллин Искандер Гаязович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 – «Информационно-измерительные и управляющие системы» (технические науки).

Официальный оппонент, доктор технических наук (06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель, 2017 г.), доцент, заведующий кафедрой «Робототехника и прикладная механика» ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»

 _____ Васильев Сергей Анатольевич
«20» декабря 2024 г.

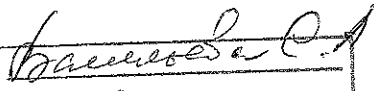
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» (ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»).

Почтовый адрес организации: Россия, 428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский проспект, д. 15.

Телефон: 8(8352)58-30-36, 45-23-39, доп.37-50.

E-Mail: office@chuvsu.ru.

Сайт организации: <https://www.chuvsu.ru>.

Подпись руки 
заверяю
Начальник отдела делопроизводства
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»
И.А. Гордеева
20 24 г.