



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(КФУ)

Кремлевская ул., д. 18, корпус 1, Казань, 420008
тел. (843) 233-71-09, факс (843) 292-44-48
эл. почта: public.mail@kpfu.ru
ОКПО 02066730, ОГРН 1021602841391
ИНН/КПП 1655018018/165501001

08.10.2024 № 01-15/1190

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио ректора Казанского
(Приволжского) федерального
университета

Р.А. Гузейров



08.10.2024

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Диссертация «Информационно-управляющие системы беспилотных
сельскохозяйственных транспортных средств».

Выполнена на кафедре «Физика перспективных технологий и
материаловедения» института искусственного интеллекта, робототехники и
системной инженерии, Казанского (Приволжского) федерального университета.

В период подготовки диссертации Галиуллин Искандер Гаязович с 2023
по настоящее время работает в Институте искусственного интеллекта,
робототехники и системной инженерии в должности зав. сектором, ведущий
инженер.

В 2014 году Галиуллин И.Г. окончил Институт физики Казанского
(Приволжского) федерального университета по направлению подготовки
011800.68 «Радиофизика», выдан диплом, присуждена степень магистра.

В 2024 году Галиуллин Искандер Гаязович окончил аспирантуру.

Научный руководитель – Чикрин Дмитрий Евгеньевич, доктор
технических наук, директор Института искусственного интеллекта,
робототехники и системной инженерии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет».

По итогам обсуждения диссертации «Информационно-управляющие
системы беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств»

принято следующее решение:

1. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Галиуллина И.Г. на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам. В диссертации на основании выполненных автором исследований решены задачи:

1) Исследование возможностей и разработка методов адаптации существующих шаблонов проектирования в автомобильной промышленности к транспортным средствам сельскохозяйственного назначения на основе анализа существующих и перспективных беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем.

2) Анализ и выявление системных ограничений информационно-измерительных и управляющих систем, интегрированных в сельскохозяйственные транспортные средства, для их последующего устранения и повышения эффективности работы системы.

3) Разработка методов устранения системных ограничений на основе концепции бережливого производства и теории ограничений Элияху Голдратта для повышения эффективности функционирования беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем.

4) Разработка методов виртуального моделирования и проведение полунатурных испытаний разработанных информационно-управляющих систем для обеспечения оптимизации проектирования и оценки их показателей.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личное участие Галиуллина И.Г. в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в:

- разработке и успешной реализации инновационных шаблонов проектирования, что существенно обогатило методологию разработки информационно-управляющих систем беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств;

- идентификации и детальном анализе ключевых системных ограничений в беспилотных сельскохозяйственных транспортных системах, что создало основу для последующего снятия данных ограничений;

- разработке эффективных методов устранения системных ограничений, основанных на синергии концепции бережливого производства и теории ограничений, что предоставило новые принципы и их успешную практическую проверку;

- создании инновационной структуры и методов построения виртуальных полигонов для верификации систем достоверной симуляции беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем;

- руководстве группой специалистов и инженеров КФУ, занимающихся низкоуровневой разработкой и автоматизацией основных узлов тракторов малого и тяжелого классов;

- личное участие и руководство при построении архитектуры, разработке алгоритмов, написании программ и отладке программного обеспечения на целевой сельскохозяйственной технике;

- руководстве проведением испытаний систем с целью получения данных для проведения верификации работоспособности и эффективности разработанных систем.

3. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертации определяется важной темой заключающейся в разработке информационно-измерительных и управляющих систем беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем. Современные условия стремительного развития роботизированных и автоматизированных технологий, включая их интеграцию в сельское хозяйство, данная работа представляет собой значительный научный и практический вклад в область информационно-измерительных и управляющих систем.

4. Научная новизна:

1) Разработан универсальный шаблон проектирования беспилотных сельскохозяйственных транспортных систем, состоящий из 4 подсистем и 14 функциональных блоков, что позволяет создать новые элементы структуры информационно-измерительных и управляющих систем для сельскохозяйственного назначения.

2) В работе впервые выявлены и описаны ключевые системные ограничения информационно-управляющих систем беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств. Это значимо для понимания особенностей функционирования данных систем и определения направлений их улучшения.

3) Предложены новые методы устранения системных ограничений в сельскохозяйственных беспилотных транспортных системах, основанные на синергии бережливого производства и теории ограничений.

4) Разработана новая структура и методы построения виртуальных полигонов – верифицируемых систем достоверной симуляции и комплексного воспроизведения динамических процессов и объектов робототехнических транспортных систем сельскохозяйственного назначения. Это новшество позволяет создавать более точные и реалистичные модели данных систем для проверки и верификации их работы: наивысшее процентное соотношение максимального отклонения по отношению к общей длине траектории составляет 0,42%, а СКО по отношению к длине траектории: 0,14% (сравнение маршрутов движения реального и виртуального БСТС).

5. Практическая значимость:

1) Разработанные шаблоны проектирования обеспечивают ускорение и значительную степень унификации технических решений при разработке систем беспилотных транспортных средств.

2) Принципы определения системных ограничений позволяют обнаружить ограничения на стадии проектирования и обеспечить учет их при принятии конкретных технических решений.

3) Идентификация и снятие системных ограничений способствует более быстрому и точному принятию решений в ходе разработки инфокоммуникационных систем. Это ускоряет внедрение новых технологий и снижает временные затраты.

4) Подходы виртуального и полунатурного моделирования предлагают инструменты для более эффективной верификации разработанных систем. Это уменьшает риски при внедрении новых технологий и способствует созданию более надежных и адаптируемых беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств.

6. Научный подход к решению поставленных задач и степень достоверности результатов, проведенных исследований

В процессе научного исследования были получены результаты через анализ и систематизацию последних достижений в области сельскохозяйственной автоматизации; сравнительный анализ для выявления различий и сходств между существующими беспилотными системами, а также для определения их преимуществ и недостатков. Теоретическая база работы формировалась с использованием методов математического и виртуального моделирования, обработки изображений, а также технологий распознавания образов и фильтрации цифровых данных.

Кроме того, применялись принципы бережливого производства и теории ограничений для рассмотрения вопросов оптимизации процессов проектирования инфокоммуникационных систем беспилотных транспортных средств с целью повышения эффективности.

Экспериментальная составляющая включала в себя натурные испытания и применение программного обеспечения для математического и системного моделирования.

7. Апробация и ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором

По материалам диссертации автором опубликовано 7 работ в изданиях из списка ВАК:

1) Основные принципы построения архитектур информационных систем беспилотных транспортных средств / Д.Е. Чикрин, П.А. Кокунин, Д.М. Пашин, И.Г. Галиуллин, Б.А. Тимершин // Известия СамНЦ РАН. – 2024. – № 4(26). – С. 131-142. – DOI 10.37313/1990-5378-2024-26-4-131-142 – EDN: DSGPOU (K1).

2) Программно-аппаратный комплекс сегментации препятствий с архитектурой U-Net для автономной сельскохозяйственной техники / И. Г. Галиуллин, Р. Ф. Сабиров, Д. Е. Чикрин, А. А. Егорчев // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2023. – № 3(233). – С. 46-55. – DOI 10.18522/2311-3103-2023-3-46-55. – EDN TEXLOR (K2).

3) Галиуллин, И. Г. Система автономного управления движением машинно-тракторного агрегата с использованием отечественной элементной базы / И. Г. Галиуллин // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – № 6(110). – С. 92-98. – DOI 10.35330/1991-6639-2022-6-110-92-98. – EDN NZISF (K2).

4) Вопросы достоверного физического и визуального моделирования сложных технических систем беспилотной сельскохозяйственной техники на базе

трактора Беларус-3525 / И.Г. Галиуллин, П.А. Тимершин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 8. – С. 83-87. – DOI 10.37882/2223-2966.2024.8.13 (K3).

5) Моделирование и полунатурные испытания информационно-управляющих систем беспилотной сельскохозяйственной техники на базе трактора Беларус-3525 / И. Г. Галиуллин, Д.Е. Чикрин, Д.М. Пашин, А.Ф. Фахрутдинов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 5. – С. 37-43. – DOI 10.37882/2223-2966.2024.05.07 (K3).

6) Определение требований к вычислительному контуру БТС со стороны сенсорной периферии тракторного оценивания / Д.Е. Чикрин, И.Г. Галиуллин и др. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, №4. – 2024. – 7 с. (K2).

7) Документирование событий измерительной станции с помощью смарт-контрактов блокчейна / В.М. Балашов, И.Г. Галиуллин и др. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, №4. – 2024. – 8 с. (K2).

По результатам исследований получены 13 РИД:

1) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665171 Российская Федерация. Программа низкоуровневой обработки данных сенсорики лидарного типа системы "Беспилотный трактор КФУ-МТЗ-112": № 2022661890: заявл. 27.06.2022: опубл. 11.08.2022 / Д. Е. Чикрин, А. А. Егорчев, И. Г. Галиуллин [и др.].

2) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665990 Российская Федерация. Программа низкоуровневого управления системы "Беспилотный трактор КФУ-МТЗ-112": № 2022661910: заявл. 27.06.2022: опубл. 24.08.2022 / Д. Е. Чикрин, А. А. Егорчев, И. Г. Галиуллин [и др.].

3) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667314 Российская Федерация. Программный модуль поиска энергетических максимумов координатных переходов: № 2021666527: заявл. 20.10.2021: опубл. 27.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

4) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667402 Российская Федерация. Программный модуль коррекции движения машинно-тракторного агрегата для движения параллельно обработанному участку поля: № 2021666850: заявл. 20.10.2021: опубл. 28.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

5) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667403 Российская Федерация. Программное обеспечение удаленного управления машинно-тракторным агрегатом: № 2021666842: заявл. 20.10.2021: опубл. 28.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

6) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667404 Российская Федерация. Программный модуль распознавания борозды оброторанного поля посредством оптического лидара: № 2021666837: заявл. 20.10.2021: опубл. 28.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

7) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667448 Российская Федерация. Программный модуль управления механическими узлами машинно-тракторного агрегата: № 2021666526: заявл. 20.10.2021: опубл. 29.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

8) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667510 Российская Федерация. Программный модуль построения маршрута машинно-тракторного агрегата: № 2021666903: заявл. 25.10.2021: опубл. 29.10.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

9) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667661 Российская Федерация. Программный модуль сегментации объектов препятствий дерево и столб на основе нейронных сетей: № 2021666528: заявл. 20.10.2021: опубл. 01.11.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

10) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667845 Российская Федерация. Программный модуль распознавания борозды обработанного поля посредством камеры видимого диапазона: № 2021667021: заявл. 26.10.2021: опубл. 03.11.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

11) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021668192 Российская Федерация. Программный модуль объезда единичного препятствия машинно-тракторного агрегата: № 2021666619: заявл. 20.10.2021: опубл. 10.11.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

12) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021668265 Российская Федерация. Программный модуль движения машинно-тракторного агрегата по заданным спутниковым координатам по модели схождения азимутов: № 2021666617: заявл. 20.10.2021: опубл. 11.11.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

13) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021668266 Российская Федерация. Программный модуль деления облака точек поверхности на слои: № 2021666615: заявл. 20.10.2021: опубл. 11.11.2021 / Р. Ф. Сабилов, А. Р. Валиев, В. М. Медведев, И. Г. Галиуллин [и др.].

8. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Галиуллина Искандера Гаязовича «Информационно-управляющие системы беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств» соответствует паспорту научной специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы»:

1) пункту 2 «Исследование возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов структуры и образцов информационноизмерительных и управляющих систем, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений»;

2) пункту 4 «Расширение функциональных возможностей информационноизмерительных и управляющих систем на основе применения методов измерений контролируемых параметров объектов для различных предметных областей исследования»;

3) пункту 5 «Методы анализа, диагностики, идентификации и управления техническим состоянием информационно-измерительных и управляющих систем, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта».

9. Общее заключение

Диссертация «Информационно-управляющие системы беспилотных сельскохозяйственных транспортных средств» Галиуллина Искандера Гаязовича соответствует требованиям установленным в пп. 9-14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями на январь 2024 года), предъявляемым к кандидатским диссертациям и является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Заключение принято на заседании кафедры «Физика перспективных технологий и материаловедения» Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии, Казанского (Приволжского) федерального университета.

Присутствовало 13 сотрудников из 18. Результаты голосования: «за» - 13 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол №03/23 от 08.12.2023г.

И.о. заведующего кафедрой
ФПТиМ, кандидат
технических наук, доцент



П.А. Кокунин

И.о. секретаря кафедры
ФПТиМ



А.С. Ситникова