

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Галбаева Жалалидин Токтобаевича, доктора технических наук, профессора, эксперта диссертационного совета Д 05.23.686 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и КРСУ им. Б. Н. Ельцина по диссертации Исабаева Кайыртая Жулдызтаевича на тему «Исследование и разработка интеллектуальной аппаратно-программной платформы анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Рассмотрев представленную диссертацию Исабаева Кайыртая Жулдызтаевича пришел к следующему заключению:

**1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите:**

Представленная кандидатская диссертация соответствует профилю диссертационного совета. В работе проводится исследование системы управления войсками за счет разработки и применения интеллектуальной аппаратно-программной платформы, что в полной мере отвечает паспорту специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

**2. Целью диссертации является** - повышение эффективности работы системы управления войсками за счет разработки и применения интеллектуальной аппаратно-программной платформы (ИАПП).

Для достижения указанной цели поставлены следующие **задачи**:

1) Исследование существующих методов и технологий анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации.

2) Разработка ИАПП для проведения анализа радиолокационных сигналов.

3) Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки радиолокационной информации на ИАПП.

4) Проведение экспериментальных исследований и тестирование разработанной ИАПП на реальных радиолокационных данных.

5) Оценка эффективности и точности работы ИАПП в сравнении с существующими методами и технологиями.

6) Анализ результатов исследований и разработка рекомендаций по дальнейшему развитию и применению ИАПП в радиолокационных системах.

*Соответствие объекта исследования диссертации цели и задачам диссертации:* Объектом исследования является система управления войсками. Предмет исследования, в диссертационной работе являются функциональные компоненты РЛС П-18М. Выполненные исследования направлены на оптимизациях средств управления, что является важной задачей для обеспечения эффективного функционирования различных систем.



*Актуальность темы диссертации.* Системы управления войсками (СУВ) является ключевым элементом в обеспечении эффективности и координации всех операций, где одним из важнейших функциональных компонентов является средства управления. Оптимизация средств управления является важной задачей для обеспечения эффективного функционирования различных систем. Это позволяет повысить производительность, снизить расходы и улучшить качество обслуживания. В контексте современного развития технологий (цифровизация процессов, использование алгоритмов машинного обучения, искусственного интеллекта и обработки больших данных), оптимизация средств управления является ключевым элементом успешного управления любым процессом или системой и должна быть постоянно находиться в центре внимания специалистов по управлению.

### **3. Научные результаты.**

В работе представлены следующие новые научно-обоснованные теоретические и практические результаты, совокупность которых имеет большое значение для системы управления и развития технической науки.

3.1. Научная новизна полученных результатов соответствует современной науке, обоснован новый физический эффект в виде многопутности распространение радиоволн (РРВ) при тропосферном и стратосферном распространении, на которую опубликована научная статья *«Обнаружение неоднородностей в стратосфере радиолокаторами метрового диапазона волн»* в научно-техническом журнале «Вестник Концерна воздушно-космической обороны «Алмаз – Антей» № 3 в 2022 году; получены новые результаты экспериментальных исследований тропосферного распространения радиоволн, как на равнинных, так и на горных трассах в диапазоне ультракоротких волн (УКВ) для различных сезонов и времен суток; разработан прототип нового полигона для радиофизических исследований на базе ИАПП радиолокатора Военно-инженерного института радиоэлектроники и связи (ВИИРЭиС), на которую опубликована научная статья *«Новый полигон для радиофизических исследований в Казахстане»* в известии Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия физико-математическая № 6 в 2021 году; предложен способ передачи цифровых данных в радиолокационном сигнале ИАПП радиолокатора, на которую получен патент на полезную модель №7426 *«Радиолокационная станция кругового обзора метрового диапазона волн с функцией передачи данных»* при ВИИРЭиС от 25.04.2022 года; разработан новый метод обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети, позволяющий снизить порог обнаружения в ИАПП радиолокатора, на которую опубликована научная статья *«Оценка времени обработки радиолокационной информации свёрточной нейронной сетью»* в Международном научно-техническом журнале «Проблемы автоматизации и управления. Технические средства систем контроля, диагностики и управления» № 1 в 2024 году.



Идея использовать тропосферную связь для передачи информации об обнаруженных целях с помощью тропосферного канала радиосвязи появилась, когда на практике столкнулись с появлением помех у работающих РЛС П-18М от аналогичных радиолокаторов, удалённых на сотни километров от радиолокационных позиций, если они работали на одной частоте. При попытке выполнить расчёт электромагнитной совместимости, оказалось, что имеющиеся методики расчёта тропосферных каналов связи дают большие погрешности для диапазона частот ниже 300 МГц.

3.2. Обоснование достоверности научных результатов: полученные, автором результаты при исследовании достоверны, так как для решения цели и задач исследовал и обработал 151 файл радиолокационных изображений и 102 записей информации о оборотах антенны РЛС в ТОО «Специальном конструкторско-технологическом бюро «Гранит» в г. Алматы с 2020 по 2023 год включительно. Подтверждается статистической обработкой данных, четко сформулированными этапами исследования, патентом на полезную модель № 7426 при ВИИРЭиС от 25.04.2022 года и заявлением № 2024/0399.2 в 2024 г. патентом на изобретение.

3.3. Теоретическое значение работы. Полученные результаты метода обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети позволили снизить порог обнаружения РЛС. При этом оценка эффективности и точности работы интеллектуальной аппаратно-программной платформы показала, что могут обнаруживать эффект многопутности РРВ при тропосферном и стратосферном распространении.

3.4. Соответствие квалификационному признаку. Диссертация соответствует требованиям п.п. 11 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, является самостоятельной научно - квалификационной работой, где имеется изложение научно-обоснованных технических, социально-экономических и технологических разработок, имеющих существенное значение для экономики страны в области технических наук.

#### **4. Практическая значимость полученных результатов.**

Научные результаты, полученные в кандидатской диссертации аспиранта Исабаева Кайыртай Жулдызтаевича были реализованы в следующих документах:

4.1. Разработанный метод обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети, позволяют снизить порог обнаружения РЛС (научная статья в Международном научно-техническом журнале «Проблемы автоматизации и управления. Технические средства систем контроля, диагностики и управления» № 1 в 2024 году). Это положение подтверждает необходимость рекомендовать этот метод в широком плане.

4.2. Также основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на: Международной научно-практической конференции, посвященный 100-летию войск связи «Инфокоммуникационные технологии: Современное состояние и пути развития» (2019 г.) и на межкафедральной



научной конференции «Актуальные вопросы развития тактики, боевой техники войск противовоздушной обороны (ПВО). Пути их решения» (28 апреля 2023 г.), г. Алматы, Казахстан; V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки и производства» (27-29 ноября 2020 г.) и на IV Международном научно-техническом форуме (2021 г.), г. Рязань, Россия; I Международных научных конференциях «Академики и материалы научных обзоров» (10-11 ноября 2022 г.), г. Хельсинки, Финляндия и «Мировые научные доклады» (17-18 ноября 2022 г.), г. Париж, Франция.

4.3. Материалы диссертации опубликованы в периодических научных изданиях, 6 в научных изданиях, индексируемых системами РИНЦ с импакт-фактором не ниже 0,2.

#### **5. Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования. Содержание автореферата на русском и киргизском языках соответствуют сути диссертационной работы. Автореферат имеет идентичное резюме на киргизском, русском и английском языках.

#### **6. Замечания по диссертации:**

В ходе рецензирования работы принципиальных замечаний не было.

Однако возникли следующие вопросы:

1. Отсутствуют графические материалы полученных результатов обработки радиолокационных изображений.

2. В диссертационной работе очень мало использованы аналитические методы решения задач.

Сделанные замечания легко устранимы и не имеют принципиального значения.

#### **7. Предложения:**

Эксперт диссертационного совета предлагает по кандидатской диссертации назначить:

в качестве ведущей организации – Казахского Национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева, института автоматизации и информационных технологий, кафедру электроники, телекоммуникации и космических технологий (г. Алматы, Республика Казахстан), где работают доктора технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

первым официальным оппонентом - доктора технических наук, профессора энергетического института Кыргызского Государственного технического университета им. И. Раззакова Галбаева Жалалидин Токтобаевича (специальность по автореферату 05.13.05 - элементы и устройства вычислительной техники и систем управления), который имеет труды близкие к проблеме исследования.

1. Устойчивость к воздействиям внешних полей электромагнитных механизмов с постоянными магнитами [Текст] / Ж. Т. Галбаев // Известия



Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. - 2009. - № 17. - С. 31-37.

2. Бочкарев, И. В. Разработка и исследование устройства контроля состояния фрикционных электромеханических устройств с постоянными магнитами [Текст] / И. В. Бочкарев, Ж. Т. Галбаев // Проблемы автоматизации и управления. - 2015. - № 1. - С. 237-242.

вторым официальным оппонентом – доктора технических наук, профессора Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта Ибрагимов Озода Абдулхаковна (специальность по автореферату 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления), который имеет труды близкие к проблеме исследования.

1. Разработка систем управления устройством обеспечения единого пространственного электромагнитного поля [Текст] / О. А. Ибрагимов // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – 2013. – № 5(53). – С. 36-41.

2. Халиков, А. А. Анализ надежности систем управления устройством обеспечения единого пространственного электромагнитного поля [Текст] / А. А. Халиков, О. А. Ибрагимов // Журнал Вестник ТУИТ. – 2014. – № 1(29). – С. 63-69.

#### **8. Рекомендации:**

✓ Диссертационная работа соответствует шифру 05.13.05 - элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, в ней в достаточном объеме изложены результаты по повышению эффективности работы системы управления войсками за счет разработки и применения интеллектуальной аппаратно-программной платформы. Рекомендую диссертационную работу рассмотреть на заседании диссертационного совета.

#### **9. Заключение:**

✓ Диссертация выполнена на актуальную тему, поставленные цели и задачи решены, выполнена на современном методологическом уровне. Полученные соискателем результаты характеризуются внутренним единством и наличием взаимосвязей между главами диссертации. После каждой главы даны основные результаты и намечена необходимость выполнения следующего этапа исследования. Выводы соответствуют цели и задачам исследования, а практические рекомендации основаны на комплексе исследований, выполненных соискателем и отражают сущность научной работы.

В диссертационной работе важную роль сыграла практическая значимость полученных результатов. Передача информации об обнаруженных целях в радиолокационном сигнале позволит повысить надёжность и оперативность передачи данных на командный пункт. Предложенный способ обработки радиолокационной информации с использованием нейронной сети позволяет обнаруживать малоразмерные БПЛА и увеличить дальность обнаружения воздушных целей. Внедрение обнаружителя на базе нейронной сети можно осуществить без существенных

аппаратных доработок в интеллектуальной аппаратно-программной платформы радиолокатора.

*По проверке первичной документации:* проверка первичного материала подтверждает, что соискателем проведена самостоятельная работа по теме диссертации. Имеющаяся в наличии первичная документация достоверна, репрезентативна и выполнена лично соискателем. Документы находятся в хорошем состоянии. Данные, имеющиеся в первичной документации, полностью соответствуют целям и задачам исследования.

**10. Эксперт диссертационного совета,** рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 05.23.686 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и КРСУ им. Б. Н. Ельцина принять диссертацию к защите Исабаева Кайыртай Жулдызтаевича на тему: «Исследование и разработка интеллектуальной аппаратно-программной платформы анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

**Эксперт:**  
д.т.н., профессор

**Галбаев Ж.Т.**  
**29.04.2024г.**

*Подпись эксперта диссертационного совета заверяю:*

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 05.23.686  
к.ф.-м.н., с.н.с.



Керимкулова Г.К.

04. 2024г.