

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакасовой Айны Бакасовны, доктора технических наук, доцента, 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 пришла к следующему заключению:

**1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертацию 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 (ИАПП), 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 ИАПП радиолокационной станции (РЛС) П-18М. Радиолокатор П-18М выполняет задачи обнаружения воздушных целей в метровом диапазоне радиоволн.

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 оптимизацию 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, что 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.

- Научная новизна полученных результатов соответствует современной науке, она заключается в обосновании нового физического эффекта в виде многопутности распространения 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, где 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;
- 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 ИМА НАН КР «Проблемы автоматизации и управления» № 1 в 2024 году;
- 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.

В целом исследован и предложен метод обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети, позволяющий снизить порог обнаружения РЛС, разработан способ передачи цифровых данных в радиолокационном сигнале радиолокатора П-18М, создан алгоритм и программное обеспечение, где свёрточную нейронную сеть можно использовать для первичной обработки в радиолокаторах с темпом обзора пространства менее 1 секунды.

3.2. Обоснование достоверности научных результатов. Полученные, автором результаты при исследовании достоверны, так как для решения цели и задачи 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 ИАПП 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 Кайыртаы Жулдызтаевича были реализованы в следующих документах:

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

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, т.е. в 6 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 кыргызском языках соответствуют сути диссертационной работы. Автореферат имеет идентичное резюме на кыргызском, русском и английском языках.

#### **6. Замечания по диссертации:**

В ходе рецензирования работы принципиальных замечаний не было. Однако возникли следующие вопросы:

1. Не указаны входные вектора на нейронной сети в обучении.
2. На выходе индикатора кругового обзора радиолокатора не отличить ложную цель от истинной цели.

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 автоматике 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 (КГТУ) 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 КГТУ 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 автоматики и управления. - 2015. - № 1. - С. 237-242.

вторым официальным оппонентом – кандидата технических наук, доцента КГТУ им. И. Раззакова Кармышакова Аскарбек Камалдиновича (специальность по автореферату 05.13.06 - автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)), который имеет труды близкие к проблеме исследования.

1. Каримов, Б. Т. Структурный анализ акустического звуковоспроизводящего комплекса [Текст] / Б. Т. Каримов, Е. Г. Голомазов, А. Кармышаков // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2019. – № 1(49). – С. 132-140.

2. Кармышаков, А. К. Широкополосный усилитель низких частот с трансформаторным выходом [Текст] / А. К. Кармышаков, Б. Б. Канаев // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2021. – № 2(58). – С. 80-87.

#### **8. Рекомендации:**

Диссертационную работу рассмотреть на заседании диссертационного совета Д 05.23.686, т.к. 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 ИАПП.

#### **9. Заключение:**

В данной диссертационной работе следует особо отметить то, что в ней Исабаев К.Ж. смог решить вопрос расширения функциональных возможностей радиолокатора, и тем самым обеспечил его использование уже в качестве средства комплексного управления войсками.

В настоящее время существующие средства управления войсками представляют собой трехкомпонентную структуру, в которой каждый из компонентов предназначен для реализации только одного соответствующего функционала. Предложенный в диссертационной работе адаптированный вариант применения тропосферной связи в радиолокаторе и внесение соответствующих изменений в алгоритм его работы позволили использовать вместо трех компонентов средств управления войсками один компонент с расширенными функциональными возможностями. Использование свойств тропосферной связи фактически упростило систему управления войсками, повысило ее эффективность и надежность.

Реализация радиолокатором режима тропосферной связи и внесение определенной корректировки непосредственно в алгоритм работы его аппаратной части фактически открыли возможность применения нового принципа управления

войсками, который в ближайшей перспективе может найти самое широкое применение в действующих воинских формированиях.

Диссертация выполнена на актуальную тему и на современном методологическом уровне. Поставленные цели достигнуты, а все задачи решены в полном объеме. 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.

*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 автоматике 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., доцент

**Бакасова А.Б.**

**30.04.2024г.**

*Подпись эксперта диссертационного совета заведующего*

*Ученый секретарь диссертационного совета Д 05.23.686*

к.т.н., с.н.с.

30



*Керимкулова Г.К.*