

«УТВЕРЖДАЮ»

Член Правления – Проректор по академическим вопросам

Казахского Национального исследовательского технического университета

им. К.И. Сатпаева,

д.т.н., проф. Ускенбаева Р.К.

2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Института автоматики и информационных технологий Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева на диссертационную работу Исабаева Кайыртая Жулдызтаевича «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».

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы из 98 наименований, приложений и включает 127 страниц основного текста, содержит 49 рисунков, 45 таблиц. Общий объем 147 страниц.

Во введении обосновывается актуальность работы и сформулирована ее цель. Представлены научная новизна и практическая значимость диссертации, а также ее структура и содержание.

В первой главе рассматриваются общий аналитический обзор современной системы управления войсками и основные аспекты ее функционирования. Рассмотрена обобщенная структура и особенности организации системы управления войсками. Приведен анализ основных ТТХ РЛС.

Во второй главе представлена разработка новой концепции построения интеллектуальной аппаратно-программной платформы анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации. Показаны и проанализированы особенности взаимодействия между основными компонентами этой платформы, а также рассмотрены их функциональные возможности.

В третьей главе рассмотрены проблемные вопросы обеспечения оперативной связью аппаратного компонента РЛС П-18М с контрольным пунктом с целью передачи целеуказаний на обнаруженные воздушные цели. Обосновывается перспективность использования тропосферной связи в организации передачи целеуказаний.

В четвертой главе освещены вопросы, связанные с результатами



в к.н. 01.06.2024
05.10.06.2024

Р.К. Ускенбаева

полученными при применении искусственного интеллекта для обнаружения целей.

В заключении приведены результаты и выводы по диссертационной работе.

В приложении представлена копия патента на полезную модель № 7426 Республики Казахстан «Радиолокационная станция кругового обзора метрового диапазона волн с функцией передачи данных».

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена одной из актуальных проблем вооруженных сил, связанной с системой управления войсками. Оптимизация средств управления, как одного из основных компонентов системы управления войсками, в контексте современного развития технологий, несомненно, является важнейшей актуальной задачей для улучшения технических и эксплуатационных характеристик этой системы. Для решения поставленной задачи были использованы процессы цифровизации, алгоритмы машинного обучения, искусственного интеллекта и алгоритмической обработки больших данных.

За счет оптимизации средств управления войсками улучшаются технические и эксплуатационные характеристики этой системы в целом. В качестве предмета оптимизации была выбрана радиолокационная станция П-18М, где за счет применения тропосферной связи, были расширены функциональные возможности радиолокатора, что в итоге позволило фактически сделать ее центром управления войсками.

Средство управления представляет собой разветвленную структуру, содержащую три функциональных компонента, работающих не независимо друг от друга. Диссертантом были адаптированы программы и внесены соответствующие изменения в алгоритм работы аппаратно-программной платформы радиолокатора, заменены все три функциональных компонента средств управления одним новым модулем с расширенными функциональными возможностями. В результате этого была упрощена система управления войсками, повышены ее эффективность, надежность и помехозащищенность.

Научные результаты диссертационной работы

В диссертационной работе представлены следующие основные научные результаты:

- получены новые результаты экспериментальных исследований тропосферного распространения радиоволн, как на равнинных, так и на горных трассах в диапазоне УКВ для различных сезонов и времен суток;
- разработан прототип нового полигона для радиофизических исследований на базе интеллектуальной аппаратно-программной платформы радиолокатора Военно-инженерного института радиоэлектроники и связи;
- обоснован новый физический эффект в виде многопутности распространения радиоволн при тропосферном и стратосферном распространении;

предложен способ передачи цифровых данных в радиолокационном сигнале интеллектуальной аппаратно-программной платформы радиолокатора; разработан новый метод обработки радиолокационной информации с использованием свёрточной нейронной сети, позволяющий снизить порог обнаружения в интеллектуальной аппаратно-программной платформе радиолокатора.

Степень обоснованности и достоверности полученных результатов

Предложенные новые технические решения основывались на современных концепциях теорий радиотехнической электродинамики и волновых процессов, обнаружения сигналов, а также на элементах пространственно-временной теории радиосистем, теорий эксперимента и искусственных нейронных сетей.

Корректность и состоятельность предложенных технических решений подтверждена соответствующими результатами экспериментальных исследований, проводимых на полигоне для радиофизических исследований на базе интеллектуальной аппаратно-программной платформы радиолокатора Военно-инженерного института радиоэлектроники и связи.

Практическая значимость диссертационной работы

Диссертационную работу отличает ее практическая значимость, которая заключается в следующем:

передача информации об обнаруженных целях в радиолокационном сигнале позволит повысить надёжность и оперативность передачи данных на командный пункт управления.

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 осуществляется без существенных аппаратных доработок в интеллектуальной аппаратно-программной платформе радиолокатора.

Личный вклад соискателя

Все поставленные задачи решены диссертантом. Все представленные в диссертации результаты исследований получены лично автором либо при его непосредственном участии. Исабаев К.Ж. лично участвовал в проведении всех экспериментальных исследований и обработке их результатов.

Апробация результатов диссертационной работы

Теоретические и практические результаты работы докладывались и обсуждались на научных семинарах Института машиноведения, автоматизации и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики, на шести международных научно-технических конференциях.

Исабаев К.Ж. на протяжении учебы в аспирантуре по теме диссертации опубликовал более 10 научных работ, в том числе 1 патент на полезную

модель, что соответствует требованиям к диссертационной работе. Кроме того подано 1 заявление на выдачу патента на изобретение Республики Казахстан.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации и соответствует предъявляемым требованиям, как по структуре, так и по уровню изложения.

Замечания по диссертационной работе

Особых замечаний к оформлению диссертационной работы и к уровню изложения научного материала нет. Следует только отметить, что в четвертой главе диссертации следовало бы дать более детальное изложение особенностей применения сверточной нейронной сети для обнаружения целей при малых соотношениях сигнал/шум.

Выводы

1. В целом, несмотря на сделанное замечание, следует отметить хороший научно-теоретический уровень излагаемого материала, который свидетельствует о профессиональной зрелости соискателя и его достаточно высокой научно-технической квалификации. Полученные соискателем результаты являются весомым вкладом в теорию и практику научно-исследовательских работ по созданию современных систем управления войсками.

2. Исследован и предложен метод обработки радиолокационной информации с использованием сверточной нейронной сети, позволяющий снизить порог обнаружения РЛС; разработан способ передачи цифровых данных в радиолокационном сигнале радиолокатора П-18М.

3. Создан алгоритм и программное обеспечение, где сверточную нейронную сеть можно использовать для первичной обработки в радиолокаторах с темпом обзора пространства менее 1 секунды; проведены экспериментальные исследования тропосферного РРВ, как на равнинных, так и на горных трассах в диапазоне УКВ для различных сезонов и времен суток;

4. Оценка эффективности и точности работы интеллектуальной аппаратно-программной платформы показала, наличие эффекта многопутности РРВ при тропосферном и стратосферном распространении; внедрение обнаружителя на базе нейронной сети не требует аппаратных переделок в РЛС П-18М.

Характеризуя работу в целом можно сделать вывод, что диссертационная работа на тему «Исследование и разработка интеллектуальной аппаратно-программной платформы анализа радиолокационных сигналов и обработки радиолокационной информации» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей научную новизну и имеющей практическую ценность, выполненной на высоком научном уровне.

Основные положения диссертации обоснованы. Достоверность основных научных положений и выводов диссертации подтверждена теоретическими и экспериментальными исследованиями. Основные результаты опубликованы в зарубежных изданиях. Результаты широко представлены международной научной общественности публикациями в рецензируемых зарубежных журналах и выступлениями на международных конференциях. Оформление диссертации и стиль изложения хорошие. Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

Считаем, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры «Электроника, телекоммуникации и космические технологии» Института автоматизации и информационных технологий Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, протокол №10 от 31 мая 2024 г.

**И. о. директора института Автоматики
и информационных технологий**
доктор Ph.D, ассоц.проф.



Ж. Кальпеева

4.06.2024

**Зав. каф. «Электроника, телекоммуникации и
космические технологии»**
к.т.н., ассоциированный профессор

Е. Таигтай

31.05.2024г.