

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора

Козлова Сергея Вячеславовича

на диссертационную работу

Цуприка Сергея Викторовича

«Адаптивное формирование опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

1. Соответствие содержания диссертации специальности и отрасли науки

Целью исследования является повышение эффективности корреляционно-экстремальных систем сопровождения наземных объектов при их движении на фоне сложного неоднородного фона. Поставленная цель достигалась путем экспериментальных и теоретических исследований.

Содержание диссертационной работы Цуприка Сергея Викторовича «Адаптивное формирование опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов» соответствует отрасли науки – технические и следующим пунктам паспорта специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения:

3 – Статистическая теория обработки сигналов в радиотехнических, других электронных системах и устройствах. Фильтрация сигналов на фоне помех в задачах обнаружения, разрешения, измерения и распознавания.

4 – Разработка новых и совершенствование существующих приемопередающих систем и устройств. Разработка методов защиты и разрушения информации в радиотехнических системах различного назначения. Создание помехоустойчивых систем и устройств, в том числе телевизионных с повышенным качеством передачи. Разработка методов синтеза, анализа, моделирования и проектирования систем и устройств.

2. Актуальность темы диссертации

Обнаружение и сопровождение наземных объектов при движении самого объекта или носителя оптико-электронной системы будет происходить в условиях изменения дальности и ракурса наблюдения, и, следовательно, видимых размеров объекта и яркости изображения объекта и фона, на котором наблюдается

этот объект. Это существенно затрудняет формирование опорного изображения в корреляционно-экстремальных системах сопровождения и обуславливает необходимость решения задачи адаптивной оценки изображения объекта в динамике сопровождения. Известный метод такой оценки на основе попиксельного экспоненциального сглаживания (α - β фильтр) имеет недостаточную эффективность. Это обусловлено, прежде всего, несоответствием опорной модели изменения яркости объекта реальным условиям наблюдения: фильтр построен на гауссово-марковской модели изменения яркости пикселей, в то время как при реальных условиях наблюдения будут наблюдаться плавные и близкие к скачкообразным (блики, зеркальное отражение) изменения яркости пикселей. Задача адаптивного оценивания изменяющейся яркости пикселей изображения объекта и формирования на этой основе опорного изображения в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов ранее не рассматривались. В этой связи диссертация Цуприка С.В. является актуальной и представляет несомненный практический интерес.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации и научных положений, которые выносятся на защиту

Полученные в диссертационной работе Цуприка С.В. результаты обладают несомненной научной новизной, которая состоит в следующем:

- при разработке модели изменения изменяющейся от кадра к кадру яркости пикселей изображения использована марковская модель со случайной скачкообразной структурой, что позволило учесть возможность изменение значений яркости пикселей в соответствии с полиномиальными моделями 0-го и 1-го порядка и переход от одной модели к другой в случайные моменты времени с экспоненциальным распределением времени перехода;

- при синтезе устройства многогипотезного измерения с межкадровой памятью гипотез использован критерий минимума апостериорного риска ошибки измерения и разработанная модель изменения яркости пикселей от кадра к кадру, что позволило улучшить точность формируемых оценок яркости на 18...37 % по сравнению с известным подходом на основе полиномиальной модели 1-го порядка;

- при адаптивном формировании опорного изображения наземного объекта использованы оценки яркости, формируемые при помощи устройства многогипотезного измерителя с межкадровой памятью гипотез, что позволило повысить коэффициент проводки при сопровождении наземных объектов, движущихся на сложном и неоднородном фоне.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, основывается на использовании классических методов теорий случайных процессов и оптимальной фильтрации, математической статистики и обработки изображений. Для численного моделирования использован пакет 3-D моделирования изображений объектов на сложном неоднородном фоне.

Достоверность модели изменения яркости пикселей изображения объекта обеспечена обширными натурными измерениями с использованием специально разработанного экспериментального исследовательского комплекса в составе оптико-локационной системы и компьютера как регистратора принимаемых изображений.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов диссертации состоит в обосновании способа и реализующего его алгоритма формирования опорных изображений в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в том, что предложенный способ формирования опорных изображений наземных объектов в условиях изменяющейся яркости позволит повысить эффективность функционирования корреляционно-экстремальных систем сопровождения наземных объектов.

Экономическая и социальная значимость результатов состоит в повышении эффективности и снижении затрат на разработку и производство перспективных оптико-электронных средств.

Практическая значимость результатов подтверждается справками о возможном практическом использовании результатов от ОАО «КБ РАДАР» – управляющей компании холдинга «Системы радиолокации» и Военной академией Республики Беларусь.

Разработанные алгоритмы формирования опорных изображений в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов могут использоваться предприятиями Республики Беларусь (ОАО «Пеленг», БелОМО, ОАО «КБ РАДАР» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации», ОАО «Алевкурп», НПО «ОКБ ТСП» и др.) при модернизации существующих и разработке перспективных оптико-электронных средств.

6. Полнота опубликования основных положений, результатов диссертации в научной печати

Основные положения и результаты диссертационных исследований в достаточной степени опубликованы в научной печати. По результатам диссертационных исследований опубликовано 19 печатных работ общим объемом 5,3 авторских листа, в том числе 6 статей в изданиях, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (5 статей – в изданиях по специальности 05.12.04), 9 статей в сборниках материалов конференций объемом 1,7 авторского листа, 4 статьи в сборниках тезисов докладов конференций объемом 0,3 авторского листа

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям Инструкции о порядке оформления диссертации, диссертации в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертаций, утвержденной Постановлением ВАК Республики Беларусь от 28.02.20214 № 3 (в редакции от 22.08.2022 № 5). Разделы «Общая характеристика работы» и «Заключение» автореферата дословно воспроизводят соответствующие разделы диссертации без изъятий и дополнений. Содержание автореферата полностью соответствует положениям и выводам, изложенным в диссертации.

8. Недостатки диссертации

Несмотря на достаточно высокий научный уровень, несомненную новизну и практическую полезность, работа не лишена недостатков. К ним следует отнести следующие.

1. В диссертации на основе результатов экспериментальных исследований предложена модель изменения яркости пикселей изображения в виде последовательности участков со случайной длительностью и постоянными параметрами детерминированной составляющей яркости. Это уже ставшая классической модель системы (процесса) со случайной скачкообразной структурой. Подобные модели применительно к общим случаям разработаны в монографиях Казакова И.Е., Артемьева В.М., Бухалева В.А., а применительно к частным случаям в работах Фарина А., Шатовкина Р.Р., Зайцева Д.В. и других ученых. В то же время, в тексте диссертации отсутствует анализ указанных работ, а в списке литературы – ссылки на них, что свидетельствует о несколько поверхностном анализе литературных источников. Дополнительным подтверждением этому является неубедительная ссылка [82] на стр. 55 вместо, например, классических монографий Колмогорова А.Н., Тихонова В.И., Левина Б.Р., при определении нестационарного случайного процесса.

2. В главах 1 и 2 диссертации использована модель яркости пикселей для

трех (RGB) цветов (диапазонов длин волн). Однако далее особенности обработки и объединения информации по этим трем цветам нигде не обсуждаются и не упоминаются, хотя значительный интерес для повышения эффективности сопровождения объектов на сложном неоднородном фоне представляло бы использование межканальной (по используемым цветам) корреляции пикселей. Это отражено, например, в работах Самойлина Е.А. Шипко В.В., посвященных вопросам межканальной градиентной реконструкции изображений, искаженных аддитивными, импульсными и аппликативными помехами.

3. Автор использована модель независимого изменения яркости каждого пикселя изображения, хотя из физических соображений следует ожидать, что яркость соседних пикселей изображения будет изменяться коррелировано. Использование указанного наиболее простого для анализа и грубого допущения следовало бы обосновать более подробно.

4. В диссертации имеются ряд недостаточно раскрытых обозначений, смысловых и формульных неточностей и орфографических ошибок (например, стилистическая неточность при формулировании цели диссертации на стр. 12 и др.).

Первый из указанных недостатков является наиболее существенным и несколько снижает положительное впечатление о работе. Вместе с тем приведенные недостатки не влияют на суть положений, выносимых на защиту, а также на научную и практическую ценность полученных результатов, а часть из них может рассматриваться как направление дальнейших исследований.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертация Цуприка С.В. является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача формирования опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения объектов.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Содержательная часть диссертации Цуприка С.В., сформулированные выводы, положения, выносимые на защиту, и рекомендации по практическому использованию результатов исследования показывают, что соискатель владеет всеми требуемыми навыками, предъявляемыми по специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

10. Заключение

Диссертационная работа Цуприка С.В., выполненная под научным руководством кандидата технических наук, доцента Солонара А.С., является законченной научной квалификационной работой.

Исследования автора лежат в области совершенствования методов обработки сигналов в корреляционно-экстремальных системах сопровождения объектов, имеют четкую практическую направленность и полностью соответствуют отрасли наук и специальности 05.12.04, по которой диссертация представлена к защите.

Текст диссертации и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь к диссертационным работам. Научные конференции и семинары, на которых докладывались и обсуждались результаты исследований, достаточны для объективной оценки этих результатов.

Таким образом, диссертационная работа Цуприка Сергея Викторовича «Адаптивное формирование опорного изображения в условиях изменяющейся яркости в корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 за новые научно обоснованные результаты теоретических и прикладных исследований, обеспечивающих решение задачи повышения эффективности функционирования корреляционно-экстремальных системах сопровождения наземных объектов, включающие:

- математическую модель изменения яркости пикселя от кадра к кадру, отличающуюся учетом скачкообразного перехода из одного интервала стационарности параметров изменения яркости к другому в случайные моменты времени согласно Марковской модели с конечным числом состояний, а также применением полиномиальных моделей 0-го и 1-го порядка при описании регулярной составляющей задающего воздействия яркости в пределах интервалов стационарности, что позволило повысить точность описания яркости пикселя от кадра к кадру за счет уменьшения величины среднеквадратического отклонения яркости от регулярной части задающего воздействия в 1,2...1,5 раза по сравнению с моделью яркости пикселя, определяемой полиномом 1-го порядка и основанной на стационарности на всем интервале наблюдения;

- статистический синтез устройства многогипотезного измерения яркости пикселя с межкадровой памятью гипотез на основе критерия минимума апосте-

риорного риска, отличающийся учетом априорной неопределенности относительно модели изменения регулярной составляющей задающего воздействия яркости пикселя, что позволило уменьшить величину суммарной ошибки (динамической и флуктуационной) измерения яркости в 1,53...3,11 раза по сравнению с измерителем яркости пикселя, в основе которого лежит экспоненциальное сглаживание на основе альфа-бета фильтра;

- усовершенствованный способ адаптивного формирования опорного изображения наблюдаемого объекта, движущегося на сложном и неоднородном фоне, отличающийся применением устройства многогипотезного измерения яркости с межкадровой памятью гипотез для оценки яркости каждого пикселя, что позволило повысить коэффициент проводки при сопровождении объектов корреляционно-экстремальным методом в 1,14...1,47 раза по сравнению с аналогичным способом адаптивного формирования опорного изображения, основанным на применении для оценки яркости в каждом пикселе измерителя с экспоненциальным сглаживанием.

Официальный оппонент
профессор кафедры информационных
радиотехнологий учреждения образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»,
доктор технических наук, профессор

С.В.Козлов

