

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
по учебной и научной работе
кандидат военных наук, доцент



В.Г. Казаков

«15» ноября 2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сычева Алексея Сергеевича на тему: «Комплексирование мультиспектральных изображений на основе безэталонной оценки их качества», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

В настоящее время интенсивно развиваются многоспектральные комплексы дистанционного зондирования Земли и систем технического зрения различного назначения. Каждый из приемных каналов многоспектральных комплексов имеет свои преимущества и ограничения в информативности получаемых спектральнональных изображений. Это связано со спецификой формирования сигналов в этих спектральных диапазонах, обусловленной различными факторами (спектральная селективность объектов съемки, наличие помех и искажений в отдельных спектральнональных компонентах и т.д.).

Важным направлением обработки получаемых многоспектральных изображений является их комплексирование. Как правило комплексирование заключается в совместной обработке нескольких изображений одного и того же участка местности, полученных в различных спектральных диапазонах, в результате чего можно дополнительно значительно повысить заметность объекта или его деталей на едином изображении. Это происходит благодаря возможности извлечения посредством такой обработки дополнительной информации об объектах местности, заключенной в характере взаимосвязи зональных яркостей между спектральными диапазонами. Конечным продуктом комплексирования может быть как единое полутоновое, так и псевдоцветное изображение.

Вопросами комплексирования многоспектральных изображений занимались многие зарубежные и отечественные ученые, которыми разработаны различные подходы, методы и алгоритмы комплексирования. Однако не достаточно проработан вопрос комплексирования многоспектральных изображений, качество которых в отдельных спектральных каналах различается в несколько раз из-за влияния различных деструктивных факторов.

Таким образом, диссертация Сычева А.С. направленная на разработку алгоритмов комплексирования мультиспектральных изображений для повышения качества, выводимого оператору системы единого комплексного изображения в настоящее время является **актуальной**.

В диссертации Сычева А.С. получены следующие основные научные результаты обладающие **научной новизной**:

- алгоритм оценки СКО шума на изображении, основанный на параметрической оценке функции плотности распределения вероятностей значений локального среднеквадратического отклонения яркости изображения;
- численный безэталонный показатель качества и информативности цифровых полутоновых изображений;
- алгоритм комплексирования мультиспектральных изображений методом главных компонент, отличающийся тем, что низкочастотные компоненты исходных изображений комплексируют с весами, пропорциональными численной оценке качества и информативности соответствующих изображений, что позволяет повысить отношение сигнал-шум результирующего изображения.

Указанные результаты исследований **опубликованы** соискателем в 15 печатных работах, в том числе 1 патент РФ на изобретение, 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 3 статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК, а также 3 работы проиндексированы в международной базе научного цитирования Scopus и Web of Scince.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке нового критерия качества цифровых полутоновых изображений – интегрально-мультипликативного показателя качества, а также в модификации алгоритма комплексирования мультиспектральных изображений методом главных компонент.

Практическую значимость имеет разработанный стенд мультиспектральной системы технического зрения, включающий в себя

программное обеспечение, выполняющее захват и полунатурное имитационное моделирование комплексирования мультиспектральных изображений.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается корректностью постановки задачи и использованных допущений, выбором и использованием апробированных физических моделей и математических методов теоретического анализа и обработки экспериментальных данных, согласием результатов теоретического расчета с результатами компьютерного моделирования и экспериментальными данными, сравнением с результатами, опубликованными другими авторами и полученными на основе альтернативных расчетных и экспериментальных методов.

Содержание автореферата диссертации **соответствует специальности 2.2.13. Радиотехника**, в том числе системы и устройства телевидения.

В качестве недостатков можно отметить следующее:

- в автореферате диссертации на рисунке 3 представлены результаты комплексирования многоспектральных изображений взятых из известных открытых источников, при этом на рисунке 4 представлен разработанный автором макет мультиспектральной системы, позволяющей получать изображения видимого и инфракрасного диапазона, но отсутствуют результаты комплексирования этих изображений;

- из автореферата диссертации не совсем ясно, как осуществляется взаимная привязка и совмещение изображений видимого и инфракрасного диапазонов спектра, получаемых макетом мультиспектральной системы технического зрения;

- детали программной реализации алгоритмов обработки изображений в составе макета мультиспектральной системы технического зрения приводятся в крайне общем виде.

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую значимость диссертации.

Выводы.

Содержание автореферата диссертации позволяет считать, что диссертация Сычева А.С. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором. В ней содержится новое решение актуальной научной задачи имеющей существенное значение для повышения эффективности многоспектральных систем получения изображений.

По Содержанию автореферата диссертации соответствует специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Работа удовлетворяет требованиям пунктов 9-11 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сычев А.С., достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры автоматизации управления летательными аппаратами (и вычислительных систем), протокол № 10 от 15 ноября 2024 года.

Профессор кафедры автоматизации управления
летательными аппаратами (и вычислительных систем)
доктор технических наук, профессор

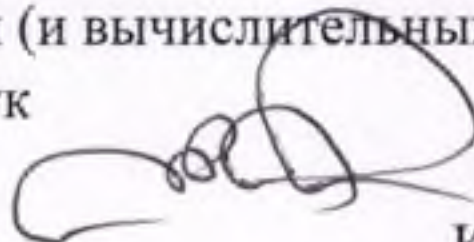
«15» ноября 2024 г.



Ус Николай Александрович

Старший преподаватель кафедры автоматизации управления
летательными аппаратами (и вычислительных систем)
кандидат технических наук

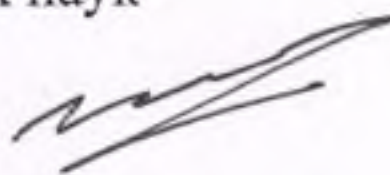
«15» ноября 2024 г.



Комаров Артем Валерьевич

Преподаватель кафедры автоматизации управления
летательными аппаратами (и вычислительных систем)
кандидат технических наук

«15» ноября 2024 г.



Шипко Владимир Вацлавович

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА
Н.Е.ЖУКОВСКОГО И Ю.А.ГАГАРИНА» (Г. ВОРОНЕЖ)
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а,
тлф. 8-(473)-244-78-25, E-mail: vva@mil.ru