Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем»

РКС
РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.spacecorp.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 25.08.2026 №РКС НТС 9-35

На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного совета 24.2.375.01
ФГБОУ ВО «РГРТУ»

А.В. Пруцкову

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Кузнецова Леонида Львовича «Алгоритмы сегментации радиолокационных изображений для определения водной поверхности и суши в системах обработки данных дистанционного зондирования Земли», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Актуальность темы исследования. В условиях бурного развития космических систем радиолокационного наблюдения рост объемов получаемой ими информации приобретает лавинообразный характер, что в свою очередь, требует развития методов и алгоритмов автоматизации обработки радиолокационных данных.

Необходимость достоверного определения границ вода – суша очень часто возникает в процессе автоматической обработки радиолокационных изображений при решении широкого круга прикладных задач, связанных с мониторингом природных ресурсов, гидрологическими и океанографическими исследованиями, прогнозированием и оценкой последствий чрезвычайных ситуаций, информационным обеспечением судоходства.

Несмотря на наличие значительного количества работ, выполненных в этой области, поставленная в настоящей работе *цель* – решение проблемы обеспечения высокой достоверности автоматического определения границ вода – суша, остается актуальной.

Основные результаты работы.

В ходе работы над диссертацией ее автором предложен ряд алгоритмов, позволяющих повысить повторяемость и достоверность результатов сегментации радиолокационных изображений для определения границ водной поверхности и суши в системах автоматической обработки данных дистанционного зондирования Земли.

1. Выполнен анализ существующих алгоритмов сегментации водной поверхности и суши на радиолокационных изображениях. Определен основной недостаток наиболее универсального решения на основе кластеризации по методу k-средних. Определены актуальные направления научных исследований в области повышения повторяемости и достоверности результатов целевой

сегментации, которые составили основное содержание диссертации в виде Положений, вынесенных на защиту.

2. Разработан алгоритм сегментации АС радиолокационных изображений для определения водной поверхности и суши на основе детерминированного алгоритма адаптивной кластеризации по максимумам гистограммы. Проведено сравнение предложенного алгоритма с ближайшим аналогом на основе K-Means++. Показана наибольшая средняя по четырем каналам (видам поляризаций) достоверность результатов сегментации, а также снижение общего времени вычислений на 35–50 % благодаря большей скорости определения кластеров. Полученные во всех экспериментах значения достоверности сегментации с помощью АС составили не менее 90 %.

3. Разработан алгоритм комплексирования результатов сегментации многоканального радиолокационного изображения с помощью взвешенного голосования. Предложены два варианта алгоритма с различными значениями параметров взвешенного голосования, в зависимости от набора исходных данных. В проведенных экспериментах было достигнуто повышение достоверности сегментации до 2,5 % относительно результатов, полученных по АС.

4. Разработан алгоритм формирования маски классов поверхности на основе анализа относительных значений высот по данным цифровой модели рельефа. Предложены два варианта применения алгоритма: для уточнения имеющихся результатов сегментации при наличии на изображении теневых склонов рельефа (повышение достоверности составило до 4,7 %) и для получения новых (с достоверностью не менее 93 %).

Научная новизна. В работе с использованием методов оптимизации, математической статистики, цифровой обработки изображений предложены и исследованы новые алгоритмы сегментации радиолокационных изображений для определения водной поверхности и суши, основанные на комплексном использовании текстурных, поляриметрических и топографических признаков объектов изображений, что позволяет повысить достоверность и повторяемость результатов сегментации.

Достоверность результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата, моделированием, экспериментальными исследованиями с использованием реальных данных ДЗЗ и результатами их верификации, сопоставлением с аналогами.

Теоретическая и практическая значимость диссертации состоит в том, что разработаны и исследованы новые алгоритмы повышения достоверности и повторяемости сегментации водной поверхности и суши на радиолокационных изображениях, которые получили внедрение на практике. Полученные результаты имеют высокую научную и практическую значимость и могут быть использованы после предварительного тестирования в процессе целевого применения российских КА РЛН «Кондор-ФКА», «Обзор-Р» в процессе получения и обработки данных ДЗЗ.

Внедрение. Диссертационные исследования выполнены в Рязанском государственном радиотехническом университете им. В.Ф. Уткина (НИИ обработки аэрокосмических изображений – НИИ «Фотон») в рамках ОКР 16-13 по теме «Обзор-Р», определенной Федеральной космической программой (заказчик – АО «Ракетно-космический центр «Прогресс»). Предложенные решения получили внедрение в специальном программном обеспечении

высокоуровневой обработки радиолокационной информации космического аппарата «Обзор-Р» №1, а также в учебном процессе РГРТУ, что подтверждается соответствующими Актами.

Замечания к автореферату.

1. Версия программного обеспечения высокоуровневой обработки, установленная в настоящее время в НЦ ОМЗ на средствах обработки радиолокационной информации КА РЛН «Обзор-Р», не содержит программной реализации алгоритмов определения границ вода – суша, разработанных в настоящей диссертации. Упоминания об указанных алгоритмах в технической документации комплекса высокоуровневой обработки также отсутствуют.
2. Автореферат не содержит данных о параметрах радиолокационных изображений, использованных при его практической отработке, что не позволяет судить о границах его применимости.
3. В автореферате отсутствуют сведения о практической отработке разработанных в диссертации методов и алгоритмов с использованием радиолокационных данных, полученных с отечественных КА РЛН «Кондор-ФКА», «Обзор-Р».

Тем не менее, указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и являются, скорее, рекомендациями по практическому внедрению ее результатов.

В целом представленная диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Кузнецов Леонид Львович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Старший научный сотрудник отдела целевого применения КС ДЗЗ радиолокационного наблюдения
Научного центра оперативного мониторинга Земли
АО «Российские космические системы»
кандидат технических наук
Костюк Евгений Александрович

Подпись, дата

127490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, стр. 25.
Контактные данные:
Тел.: (499) 758-09-78, доб. 443
e-mail: kostiuk@ntsomz.ru
2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы»

Главный специалист отдела координации и планирования работ центра, оценки качества данных ДЗЗ
Научного центра оперативного мониторинга Земли
АО «Российские космические системы»
кандидат технических наук
Тихонычев Виктор Викторович

Подпись, дата

127490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, стр. 25.
Контактные данные:
Тел.: (495) 600-33-28, доб. 222
e-mail: validacia2010@ntsomz.ru
20.02.14 «Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения»

Собственноручные подписи Е.А. Костюка, В.В. Тихонычева заверяю.

Ученый секретарь, к.т.н., с.н.с. С.А. Федотов

28.02.2026

АО «Российские космические системы»