О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Тренихина Владимира Александровича «Методы фрактальной обработки и комплексирования радиолокационных и спектрозональных данных в системах космического наблюдения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Актуальность темы диссертации

В последнее время широкое распространение получили спутниковые системы мультиспектральной (до 10 спектральных диапазонов) и гиперспектральной (до 300 диапазонов) регистрации участков земной поверхности. Это обусловлено широкими возможностями, которые предоставляет дистанционное зондирование Земли. При этом, несмотря на очевидную востребованность, обработка спутникового материала связана со значительными сложностями, вызванными прежде влиянием на регистрируемые изображения разнообразных помех и искажений и значительным объемом обрабатываемой информации. В то же время в доступных изданиях имеется весьма ограниченное число работ, посвященных решению задач автоматической обработки многозональных спутниковых изображений. Кроме того, существующие алгоритмы обработки обычных изображений не всегда могут быть применены и, как правило, имеют ряд существенных недостатков с точки зрения возможностей работы с реальной спутниковой съемкой. В связи со сказанным, исследованиеТренихина В.А., посвященное повышению эффективности обработки радиолокационных спутниковых изображений за счет применения фрактальных методов, является актуальным.

2. Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 152 наименований. Общий объём работы 123 страницы, в том числе 109 страниц основного текста, 10 таблиц, 117 рисунков.

В первой главе диссертации приведен анализ направлений развития и характеристик радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА), исследованы особенности процессов формирования изображений в РСА, представлены математические модели цифрового изображения в РСА и основные задачи обработки радиолокационных изображений (РЛИ). При этом основное внимание уделено вопросам дешифрования таких изображений, то есть их разбиения на непересекающиеся однородные области. Выполненобзор методов текстурного анализа, в котором основное внимание уделено особенностям применения фрактальной теории, рассмотрены проблемы комплексирования изображений, сформированных в разных спектральных диапазонах, и сформулированы основные задачи исследований диссертационной работы.

Во второй главе рассматриваются основы фрактального обнаружения и проблемы использования такого обнаружения для сегментации изображения. В фокусе исследования находятся вопросы расчета фрактальнойрамерности. В работе по результатам обработки тестовых изображений разного вида делается вывод о том, что наиболее подходящим подходом для этого является локально дисперсионный метод. Показано, что его применение позволяет улучшить в 3-5 раз различение объектов на изображении.

Третья глава посвящена вопросам построения и исследования модифицированного алгоритма формирования поля фрактальной размерности. Такой алгоритм предполагает использование вейвлет-преобразований для формирования разномасштабных изображений. Показывается, что предложенный алгоритм обеспечивает прирост производительности особенно при малых размерах окна обработки. Приводится описание программного комплекса, реализующего модифицированный алгоритм и позволяющего производить обработку реальных РЛИ. Приведенные в работе результаты такой обработки позволяют рекомендовать полученные результатырешении отдельных задач дистанционного зондирования Земли.

Четвертая глава развивает результаты предыдущих разделов в отношении обработки реальных спутниковых РЛИ. В частности подробно рассмотрены

вопросы обработки изображений границ суши и водоемов, неоднородностей на морских поверхностях, слабоконтрастных протяженных объектов. Приведенные результаты в виде графиков, таблиц и изображений выделенных объектов позволяют обоснованно сделатьвывод о преимуществах предлагаемой фрактальной обработке перед классическими методами сегментации изображений.

В пятой главе рассматривается важная задача комплексирования изображений, полученных в разных спектральных диапазонах для радиолокационных и оптико-электронных систем. Предлагается решать эту задачу путем применения прямого вейвлет-преобразования панхроматического и модифицированного путем повышения частоты дискретизации спектрозонального изображений. Приведенные исследования подтверждают улучшение визуальных и дешифровочных свойств итоговых изображений.

3. Научно-технический уровень и научная ценность диссертации

Представленная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. Ее научная ценность заключается в том, что в ней предложены новые алгоритмы обработки радиолокационных изображений, основанные на использовании методов фрактального анализа. Эти алгоритмы могут быть непосредственно использованы для обработки реального спутникового материала для повышения качества обнаружения и идентификации различных природных и техногенных объектов. Важно, что указанные алгоритмы вкупе с предложенным в работе методом комплексирования изображений разной природы позволяют формировать на своей основе системы обработки многомерных изображений и пространственно распределенной информации. Результаты анализа данных, полученных космическими радиолокаторами и оптико-электронными системами с целью определения параметров фрактальных свойств изображений различных типов подстилающей поверхности, также имеют научное и практическое значение и могут быть использованы в реальных системах ДЗЗ и последующей научной работе.

Все полученные результаты основаны на результатах обширного и объективного анализа предыдущих работ по данной тематике и экспериментально подтверждены.

4. Практическая ценность работы

Разработанные в работе алгоритмы фрактальной обработки РЛИ и механизм их комплексирования со спектрозональными изображениями позволяет повысить эффективность обработки данных дистанционного зондирования Земли при решении задач тематического картографирования и распознавания малозаметных объектов. Практическую ценность имеют имеющиеся в работе рекомендации по выбору параметров фрактальной обработки для различных изображений и разработанный комплекс программ, позволяющий осуществлять анализ и непосредственную обработку данных различных систем космического наблюдения.

5. Оформление материалов диссертации

Диссертация написана квалифицированно, литературно-техническим языком, снабжена достаточным количеством правильно оформленного иллюстративного материала. Следует особо отметить минимальное количество орфографических и технических ошибок в представленных материалах.

6. Замечания по диссертации

1. В работе не в полной мере отражены известные подходы к сегментации изображений. Фактически в работе в качестве альтернативы фрактальному анализу вскользь упомянут только статистический подход Хараклика. Между тем в настоящее время широко применяются и другие подходы, связанные, например, с анализом локальных дескрипторов (SIFT, SURF, PCA-SIFT), текстурных характеристик Левса, спектральных характеристик изображения, автокорреляционной функции, а также применением нейронных самообучающихся сетей.

2. Значительная часть полученных автором результатов, основана на применении к полученному полю фрактальной размерности алгоритмов ISODATAи k-средних. Разумным представляется использование для анализа не только этих уже во многом устаревших процедур, но и алгоритмов, упомянутых выше.

3. На с. 11 диссертационной работы представлены характеристики современных радиолокаторов космического базирования. Среди этих характеристик приводятся также даты реализации этих радиолокаторов: от 1978 г. до 1995 г. С учетом очевидного прогресса регистрирующих устройств в последние года, представляется необходимым использовать характеристики более актуальных космических аппаратов.

4. В работе без необходимых доказательств и непосредственных ссылок на предыдущие работы даются несколько неочевидных для читателя утверждений. В частности на странице 40 сказано, что "изображения, полученные в оптическом диапазоне, несут информацию о химическом составе", на с. 92, утверждается, что «анализ результатов фрактальной обработки РЛИ свидетельствует об уменьшении спекл-шума на изображениях».

Надеюсь, что часть этих замечаний будет снята во время дискуссии, а некоторые из них войдут в планы дальнейшей работы.

7. Заключение

Диссертация Тренихина В. А. является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована как совокупность научно обоснованных решений, внедрение которых вносит существенный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области дистанционного зондирования Земли. Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Степень апробации работы путем опубликования основных положений в печати (19 публикаций, включая 4 публикации в рецензируемых ВАК научных изданиях) и путем использования полученных моделей, алгоритмов и комплекса программ в производственном процессе ОАО «Технология 2000», на мой взгляд, вполне достаточна. Содержание

автореферата отражает основные положения работы и главные доказательства их истинности.

Таким образом, представленная работа Тренихина В. А. по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению выполненных исследований, технических и технологических разработок полностью отвечает требованиям к кандидатским диссертациям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Тренихин Владимир Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация».

К.т.н., доцент,

докторант каф. "Телекоммуникации"

Ульяновского государственного

технического университета В.Е. Дементьев

31.05.2017

Подпись доц. Дементьева В.Е. заверяю,

Начальник отдела кадров УлГТУ З.В. Белянчикова

Сведения об оппоненте:

Дементьев Виталий Евгеньевич

Кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры «Телекоммуникации», ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»,

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д.32, тел. (8422) 77–81–123, e-mail: dve@ulntc.ru, web-сайт: http://www.ulstu.ru.