

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора физико-математических наук Умняшкина Сергея Владимировича на диссертацию Гусева Владимира Юрьевича «Методы и средства радиометрической и геометрической обработки скановых изображений земной поверхности», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Диссертационная работа В.Ю. Гусева посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов цифровой обработки изображений (ЦОИ), формируемых при дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ). ДЗЗ как область научно-технической деятельности имеет исключительное значение как для хозяйственной сферы деятельности государства и бизнеса, так и для сферы обороны и предотвращения чрезвычайных ситуаций. В этой связи тема диссертационного исследования обладает высокой *актуальностью*.

Методы обработки космических изображений обладают своей спецификой, которая обусловлена особенностями условий съемки и используемых систем формирования изображений, приводящих к появлению специфических помех и искажений. В частности, в диссертационной работе рассматриваются изображения, получаемые многоматричными системами сканового принципа съемки – это распространенный способ регистрации изображений, используемый в российских и зарубежных спутниках ДЗЗ. Полученные такими системами исходные («сырые») космические изображения содержат существенные геометрические и яркостные искажения. Для дальнейшего использования данных ДЗЗ необходимо предварительно выполнить их коррекцию с целью получения качественных изображений, по которым можно будет далее оценить реальные геометрические и спектральные характеристики объектов земной поверхности. В диссертационной работе Гусева В.Ю. исследуются методы и алгоритмы предварительной обработки для фильтрации помех и совмещения космических изображений. Предлагаются методы, которые дают улучшение качества геометрических и яркостных характеристик изображений, получаемых при ДЗЗ. Это обуславливает несомненную *практическую*

значимость темы диссертационного исследования, которая подтверждается также документами о внедрении результатов работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений с большим набором демонстрационных изображений, полученных в результате обработки предлагаемыми методами. Каждая из первых трех глав посвящена отдельной задаче ЦОИ, в четвертой главе рассмотрены аспекты программной реализации (и оптимизации) предложенных алгоритмических решений.

В первой главе диссертации исследуются методы удаления вертикальных полос на космических изображениях, вызванные неравномерностью чувствительности элементов съемочной аппаратуры и неточностью калибровочных данных. Исследуется модель искажений яркости столбцов вида $a(j)x(i,j)+b(j)$, где $x(i,j)$ – значение яркости пикселя изображения, i, j – координаты пикселя по вертикали и горизонтали соответственно, $a(j)$ и $b(j)$ – искажающие коэффициенты, зависящие от номера столбца. Рассматриваются пространственные методы коррекции искажений, основанные на локальном и глобальном подходе к обработке изображений.

Во второй главе исследуются спектральные методы удаления шумов в виде горизонтальных полосок, имеющих близкую к периодической зависимость появления. Данные шумы являются специфическими для аппаратуры (ПЗС-матриц), используемой для космического ДЗЗ. Предлагаются методы, базирующиеся на частотной фильтрации, что обусловлено заметной регулярной структурой помех. Методы частотной обработки затем дополнены последующей локальной фильтрацией в пространственной области.

Третья глава посвящена методам совмещения перекрывающихся изображений, полученных соседними ПЗС-матрицами съемочной системы. Особенностью данной задачи является очень узкая полоса перекрытия, большая протяженность изображений, при которой могут несколько меняться геометрические особенности изображения, возможная неточность вклейки ПЗС матриц в фокальной плоскости камеры. Исследуются как фотограмметрические, так и нефотограмметрические подходы к совмещению изображений, рассматриваются условия применимости этих подходов при различных требованиях к скорости обработки, вычислительным ресурсам и т.д.

В четвертой главе рассматриваются особенности программной реализации разработанных методов, описывается их применение в актуальных программных комплексах обработки космических изображений.

Анализируются возможности применения для реализации предложенных алгоритмов и методов технологий параллельной обработки данных.

В диссертации Гусева В.Ю. получены следующие результаты.

- Предложены методы удаления вертикальных полос на изображениях: глобальный и локальный, ориентированные на удаление резких перепадов яркости в продольном направлении (вдоль строк), вызванных раскалибровкой сенсоров ПЗС-систем ДЗЗ. Глобальный метод заключается в минимизации функции специального вида от пикселей всего изображения. Локальный метод использует комбинацию различных приемов: используются вычисление корректировок яркостей на основе применения двумерной гистограммы яркостей пикселей соседних столбцов, либо альтернативный метод на основе анализа изображения с помощью блочной сегментации, или локальные статистики межстолбцовых разностей яркостей пикселей изображения.
- Разработаны частотные методы фильтрации помех, имеющих вид регулярных горизонтальных полосок небольшой длины. Предложены двумерные частотные фильтры особого вида, которые определяются правилами задания весовых коэффициентов в области двумерного ДПФ изображения. Полученные фильтры позволяют уменьшить визуальные артефакты при фильтрации изображения, существенно ослабляя шумы в виде полосок.
- Предложен набор методов совмещения изображений, как аппроксимационных по отношению к связующим точкам между изображениями, так и интерполяционных; фотограмметрических и нефотограмметрических. Нефототрические: метод итерационного совместного нахождения параметров проективного преобразования полос изображений, метод мультиквадратических уравнений. Предложенный фотограмметрический метод основан на совместном уточнении характеристик ориентирования космического аппарата и специального набора параметров матриц ПЗС.
- На базе разработанных методов автором реализованы программные инструменты обработки изображений с использованием современных аппаратных и программных технических средств.

В работе приведены обширные данные вычислительных экспериментов по проверке предлагаемых методов и определению их эмпирических параметров. Полученные в диссертации результаты – разработанные методы

ЦОИ для ДЗЗ – являются *новыми* и имеют теоретическое и практическое значение, так как показывают определенные преимущества перед существующими методами.

Вместе с тем, по содержанию диссертации Гусева В.Ю. имеется ряд замечаний.

1. В работе недостаточно прослеживается логическая связь между первыми тремя главами диссертации: рассматриваемые там задачи и предлагаемые методы их решения, очевидно, на практике соответствуют некоторым этапам в общей схеме обработки спутниковых изображений. Следовало явно показать место и роль каждого из этих этапов, очередность их следования.
2. Для более четкого и структурированного изложения материала автору следовало формулировать некоторые утверждения (например, о сходимости итерационной процедуры, рассмотренной на с. 53-54 рукописи) в виде теорем (лемм) и их доказательств. Описание итоговых алгоритмов обработки изображений в главах 2 и 3 также следовало привести в строгом формализованном виде, например, используя «псевдокод», подобно тому, как это было сделано автором в первой главе.
3. Нельзя признать исчерпывающими обзоры возможных методов решения задач, которые даются автором в начале каждой из глав 1-3. Например, в главе 3 в качестве имеющихся решений рассмотрены только варианты, предложенные в двух диссертационных работах 2005 и 2007 года. В то же время, в обзорах и библиографии отсутствуют изданные в последние годы в России монографии и учебные пособия по ДЗЗ (например, издательством «Техносфера»: Рисс У., Основы дистанционного зондирования, 2006 г.; Чандра А., Гош С. Дистанционное зондирование и географические информационные системы, 2008 г.; Шовенгердт Р., Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений, 2010 г.).
4. Выбор треугольной, а не какой-либо иной, маски фильтрации в частотной области (раздел диссертации 2.2.2) не аргументирован.

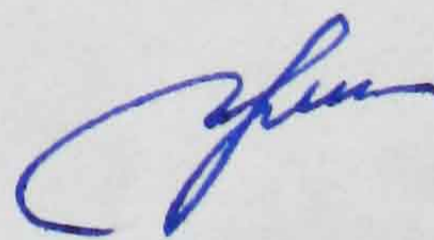
Отмеченные недостатки несколько снижают качество представленной работы, но не влияют на ее общую положительную оценку и на основные результаты диссертационного исследования.

Диссертация Гусева В.Ю. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную автором на высоком научном уровне. Все результаты и выводы исследований обоснованы, степень их достоверности и новизны достаточно высока, подтверждена апробацией и внедрением результатов в ЗАО «НПФ «Информсистем – 35». Автореферат соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в различных изданиях, в том числе в 6 статьях (одна в печати) в журналах из перечня ВАК.

Полученные в работе результаты можно оценить как вклад в развитие методов и средств обработки космических изображений.

Считаю, что диссертационная работа Гусева В.Ю. удовлетворяет требованиям «Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»


Официальный оппонент
профессор кафедры высшей
математики №1
Национального исследовательского
университета «МИЭТ»
доктор физико-математических наук,
профессор



С.В. Умняшкин

«02» декабря 2014 г.

*Подпись руки профессора кафедры высшей математики №1 МИЭТ
д.ф.м.-н., проф. Умняшкина С.В. заверяю:*



ПРОРЕКТОР ПО АДРП
А.А. АНИСИМОВ

124498, Москва, Зеленоград, проезд 4806, дом 5, МИЭТ

Телефон: (499) 731-44-41. Факс: (499) 710-22-33. Электронная почта: netadm@miee.ru