

**Федеральное государственное казенное военное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Военная академия Ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого»  
Министерства обороны Российской Федерации**

109074, Москва, Китайгородский проезд, 9

Экз. № 1



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель начальника академии  
по учебной и научной работе  
кандидат военных наук, доцент  
О. Усатенко

« 5 » декабря 2014 г.

### **О Т З Ы В**

**на автореферат диссертации ГУСЕВА Владимира Юрьевича,  
на тему: «Методы и средства радиометрической и геометрической  
обработки скановых изображений земной поверхности»,  
представленной 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)»**

В настоящее время активно развиваются системы обработки аэрокосмической информации. Современная экономика требует глубокого анализа и оптимизации использования ресурсов, а также более полной и точной информации о местности. Данные дистанционного зондирования Земли полезны в различных отраслях народного хозяйства. Дистанционное зондирование Земли – одно из приоритетных направлений космической деятельности России. Сейчас космическая отрасль выдвигает новые более высокие требования к качеству обработки материалов съемки.

*Актуальность* работы заключается в том, что существующие методы и программы обработки аэрокосмической информации не в полной мере

удовлетворяют предъявляемым требованиям, а полученные в работе новые научные результаты позволяют получать качественные изображения путем коррекции геометрических и яркостных искажений, по которым с высокой точностью можно оценивать геометрические и спектральные характеристики объектов земной поверхности.

Судя по реферату, в работе решена **научная задача** – разработка новых методов и средств исправления структурных искажений в виде: вертикальных полос, вызванных неравномерностью чувствительности датчиков, шумовых горизонтальных полосок, вызванных шумами аппаратуры, а также сшивки изображений, полученных соседними ПЗС матрицами при скановой съемке земной поверхности, удовлетворяющих новым повышенным требованиям к качеству и скорости обработки.

По нашему мнению, автором действительно получены новые **научные результаты**, представляемые к защите:

1) Комбинированный локальный и глобальный методы удаления вертикальных полос на спутниковых изображениях, отличающиеся от известных тем, что позволяют выполнять более глубокий анализ и учет локальных особенностей изображений для выделения одноименных областей между столбцами, обеспечивая лучшую обработку неоднородных изображений с различными естественными изменениями яркости объектов путем введения энергетической функции с экспоненциальным штрафом за отклонение от медианного значения разностей яркостей пар пикселей и применением сегментации Оцу для отбора пар, отвечающих фоновым пикселям в глобальном методе и за счет оригинального комбинирования двух подходов, а также применения блочной сегментации и учета локальных статистических характеристик для отбора одноименных участков местности в столбцах изображения в комбинированном локальном методе;

2) Методы фильтрации шумовых горизонтальных полосок на базе преобразования Фурье с частотным фильтром специального вида и с блочным

способом обработки изображений, отличающиеся от известных применением специальных масок частотных фильтров и мер для дополнительной обработки выделенных изображений шума перед вычитом его из исходного изображения, что позволяет обеспечивать сохранность большего объема целевой информации. Предложены маски с новой геометрией, прямоугольного и треугольного видов с использованием зависимостей из фильтра Баттерворта. Меры дополнительной обработки включают новые особенности задания весовых коэффициентов на базе локальных статистических характеристик входного изображения, а также постолбцовый способ статистической фильтрации блоков выделенного шума для его нормализации при блочном способе обработки.

3) Методы сшивки полос спутниковых изображений:

– метод на основе итерационного совместного уточнения параметров проективного преобразования полос, характеризующийся применением более адекватной модели преобразования изображений, в которой осуществляется совместное уточнение и изменение положений всех изображений, что отвечает технологии многоматричной съемки;

– метод с применением мультиквадратичных уравнений, отличающийся высокой точностью совмещения связующих точек за счет интерполяционного характера учета связующих точек;

– фотограмметрический метод, характеризующийся одновременно компактностью набора уточняемых параметров за счет объединения угла поворота матриц с углом рысканья спутника и разбиения параметров на общие и индивидуальные для набора изображений, и совместным уточнением параметров, относящихся к съемочной системе и к движению спутника.

**Научная новизна** полученных в работе результатов заключается в том, что: в них впервые предложен метод с глобальной энергетической функцией для удаления вертикальных полос, применены новые виды частотных масок

фильтров шумов, для методов сшивки предложены новые способы конфигурирования определяемых параметров трансформации изображений.

**Достоверность и обоснованность научных результатов** подтверждается корректным применением адекватных математических моделей: модели разностей яркостей в задаче удаче удаления вертикальных полос, модели процесса съемки и полета космического аппарата; адекватного математического аппарата – метода оптимизации Полака-Рибьера, модифицированного метода Гаусса-Ньютона и метода мультикватратических уравнений; совпадением результатов моделирования в пределах заданной точности с имеющимися экспериментальными данными, их ясной физической трактовкой.

**Теоретическая значимость** полученных научных результатов заключается в углублении теории фильтрации специфических помех и искажений на космических изображениях, а также сшивки полос первичных изображений, получаемых со спутника. Предложены новые методы и соответствующий математический аппарат.

**Практическая ценность** полученных научных результатов состоит в том, что разработанные методы внедрены в программные комплексы обработки спутниковых изображений в рамках работ:

- 1) ОКР «Прибор-ОЭК-ИС35» по заказу ОАО «ЛОМО».
- 2) ОКР «НПО-АСР» по заказу ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева».

Результаты могут быть использованы при создании новых комплексов обработки космических изображений.

Выносимые на защиту новые научные результаты, судя по автореферату, достаточно полно опубликованы и апробированы.

Автореферат написан грамотно, соответствует ГОСТ 7.0.11-2012, стиль изложения доказательный.

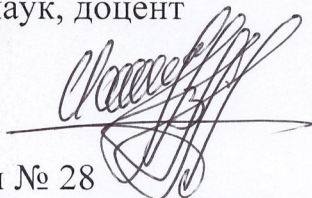
В то же время, автореферат не лишен некоторых *недостатков*:

- декларируемая цель работы не в полной мере соответствует теме, так как в теме диссертации фигурируют «методы и средства ....», а в описании цели работы «методы и алгоритмы...»;
- в глобальном методе удаления вертикальных полос не достаточно широко рассматриваются альтернативные методы оптимизации;
- в автореферате предлагается выносить на защиту программные средства обработки изображений, что представляется нецелесообразным.

Однако, в целом, указанные недостатки не снижают общей научной ценности полученных и выносимых на защиту новых научных результатов.

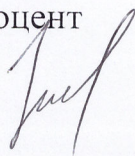
**ВЫВОД:** Диссертация ГУСЕВА В.Ю., судя по содержанию автореферата, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для физико-математической отрасли наук в области, объектом исследования которой является цифровая обработка изображений. Соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной 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)».

Начальник кафедры № 28  
кандидат военных наук, доцент



Исамидинов Алишер Нишанович

Профессор кафедры № 28  
доктор технических наук, доцент



Князев Владимир Владимирович

«01» декабря 2014 года