

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации САРИНОВОЙ Асии Жумабаевны

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЖАТИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОСТНО-ДИСКРЕТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время мульти и гиперспектральные данные используются при решении достаточно большого количества практических и научных задач в различных областях деятельности человека. В частности, данные спутниковых гиперспектрометров используются для исследования поверхности Земли и других планет. В этой области устойчиво наблюдается постоянный рост разрешающей способности приборов, устанавливаемых на космические аппараты, и пропускной способности каналов передачи данных на приемные станции.

Вопрос эффективного сжатия спутниковых данных в условиях постоянного роста их объема является и будет являться актуальным, поскольку он напрямую влияет как на эффективность передачи данных, так и на затраты по организации их хранения в архивах. Для решения этого вопроса в настоящее время активно применяются известные классические алгоритмы сжатия и инструменты архивации изображений. Однако, повышение их эффективности является важной и актуальной задачей.

В данной диссертации проводились работы, направленные на создание алгоритмов и разработку программного обеспечения сжатия изображений без потерь и с потерями, учитывающего специфические особенности гиперспектральных данных, и позволяющих существенно увеличить показатели степени сжатия, вычислительной эффективности и минимизировать искажения при заданном уровне потерь.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении представлен основательный обзор работ по существующим программным средствам и алгоритмам сжатия гиперспектральных изображений с потерями и без потерь. Для достижения цели были поставлены задачи: проведение анализа существующего математического и программного обеспечения сжатия гиперспектральных изображений с потерями и без потерь, позволяющего определить основные направления исследования; разработка алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями, обеспечивающие высокие показатели степени сжатия и минимальные искажения при заданном уровне потерь; проведения комплексных исследований созданного алгоритмического и программного обеспечения сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями на массивах данных различных гиперспектральных систем ДЗЗ с определением их эффективности и пределов применимости; разработка принципиальных основ построения программного комплекса сжатия гиперспектральных изображений с реализацией оригинальных базовых функций. Далее представлены: научная новизна результатов, положения, выносимые на защиту, методология исследований, теоретическая и практическая значимости работы, основы достоверности и обоснованности результатов исследования, данные о соответствии паспорту специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

В главе 1 проведен обзор существующих универсальных и специализированных методов, алгоритмов и программных средств сжатия изображений с потерями и без потерь, применимые для ГИ, а также показаны перспективы их совершенствования. Рассмотрены существующие алгоритмы сжатия с потерями, такие как алгоритм JPEG *Lossy*, методы вейвлет преобразований и дискретные преобразования. Делается вывод о том, что существующие алгоритмы не соответствуют в полной мере требованиям,

предъявляемым к алгоритмам сжатия ГИ. Поэтому, основным направлением диссертационного исследования явилось построение алгоритмического и программного обеспечения сжатия ГИ, учитывающего специфические особенности структуры данных, позволяющего добиться более высоких показателей степени сжатия, в том числе с сохранением минимального уровня потерь.

В главе 2 описано семейство оригинальных алгоритмов сжатия ГИ без потерь и с потерями, имеющих увеличенные показатели вычислительной эффективности и степени сжатия с сохранением минимального уровня потерь. Для решения задачи сжатия гиперспектральных АИ, с учётом анализа существующих аналогов в первой главе, разработаны оригинальные алгоритмы без потерь и с потерями. Предложен оригинальный алгоритм без потерь с увеличенной степенью сжатия ГИ. Для повышения вычислительной эффективности изложенного алгоритма предложена модификация, заключающаяся в исключении этапа группирования каналов и включении их попарного упорядочивания с использованием регрессионного анализа. Для создания алгоритмов сжатия ГИ с потерями со значительно более высокими коэффициентами степени сжатия предложен алгоритм с определением коэффициента квантования и кодированием Хаффмана при заданном минимальном уровне потерь.

В главе 3 описаны результаты экспериментальных исследований оригинальных алгоритмов в сравнении со стандартными и специализированными аналогами по степени сжатия, вычислительной эффективности и уровню потерь. Отмечено, что алгоритмы сжатия без потерь с учетом междиапазонной корреляции, с использованием разностно-дискретных преобразований, превосходят другие алгоритмы по совокупности показателей.

Представлены результаты практического сравнения алгоритмов с аналогами. Для оценки качества восстановленных гиперспектральных АИ приведены результаты экспериментальных исследований предложенных алгоритмов сжатия с потерями с использованием различных метрик качества.

В четвертой главе проанализированы особенности практической реализации алгоритмов сжатия ГИ. Приведено обоснование выбора языка программирования и средств для программной реализации алгоритмов.

Соответственно, **в заключении** представлены формулировки результатов всей работы, а также коротко сообщается о возможных практических применениях этих результатов.

Список литературы является достаточно полным и содержит 139 названий.

НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в диссертации результаты исследований, алгоритмы и программное обеспечение для сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями являются новыми в связи с отсутствием известных полноценных аналогов.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов подтверждаются:

- глубоким анализом существующих подходов и алгоритмов в предметной области;
- корректным использованием математического аппарата при проведении выкладок;
- обоснованностью выдвигаемых выводов и положений;
- достаточным количеством иллюстративного материала.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями может применяться для анализа и сжатия изображений, а так же других задач, связанных с использованием изображений. Предложенные алгоритмы и программное обеспечение могут быть

использованы в существующих системах хранения для сжатия различных видов гиперспектральных данных, в том числе спутниковых, а также иных многоканальных данных, применяемых для решения задач в областях физических, химических, астрономических, биологических, медицинских и других наук.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

1. Обзор существующего программного обеспечения для работы и сжатия гиперспектральных изображений не охватывает инструменты работы с данными ДЗЗ, распространяемые свободно, например, такие как GDAL, QGIS, а так же формат GeoTIFF.

2. Недостаточно освещен вопрос эффективности распаковки и получения отдельных фрагментов сжатого файла. В частности, такой сценарий использования применяется в современных «сервисных» системах доступа к данным ДЗЗ, формирующих информационные продукты «на лету» на основе отдельных спектральных каналов и пространственной области набора данных в требуемом разрешении.

3. Выбранная для разработки ПО платформа не является универсальной (кросс-платформенной), что может затруднить использование созданного программного обеспечения в конкретных прикладных задачах. Кроме этого, не раскрыта возможность предоставления программного интерфейса доступа к разработанным методам сжатия и распаковки изображений, что могло бы без проведения дополнительных работ расширить спектр практических применений полученных результатов.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на сделанные замечания, диссертация А. Ж. Сариновой «Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований» выполнена на высоком уровне. Работа изложена грамотным научным языком и аккуратно оформлена. Результаты, полученные в работе, опубликованы и представлены на

научных семинарах и конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

В диссертации решена актуальная научная и практическая задача – разработаны алгоритмы и программное обеспечение для эффективного сжатия гиперспектральных изображений.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор – Асия Жумабаевна Саринава – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Официальный оппонент
старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, отдела «Технологии спутникового мониторинга», кандидат технических наук (05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей)

05 марта 2019 г.

Балашов Иван Васильевич

Подпись И. В. Балашова удостоверяю

Ученый секретарь ИКИ РАН



А.М. Садовский

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук; Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная 84/32; телефон: +7 (495) 333-53-13, адрес электронной почты: ivbalashov@d902.iki.rssi.ru; сайт: <http://smiswww.iki.rssi.ru> (495) 333-52-12; [iki@cosmos.ru](http://www.iki.rssi.ru); <http://www.iki.rssi.ru>