

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Сариновой Асии Жумабаевны «Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Актуальность избранной темы.

В последние десятилетия интенсивно исследуются методы, алгоритмы и способы сжатия гиперспектральных изображений (ГИ) без потерь и с потерями. В частности, для решения задачи эффективного сжатия зачастую используются свободно распространяемое программное обеспечение. Для обработки ГИ существуют специализированные программные средства, среди которых выделяют *ERDAS Imagine*, *ERDAS ER Mapper*, *ArcView GIS*, *GeoExpress* и др. Система *ERDAS ERMapper* имеет модуль сжатия с потерями данных *JPEG 2000* и запатентованный формат сжатия *ECW*. Указанные выше программные средства и некоторые модули сжатия предназначены для полутоновых и цифровых изображений. В работе показано, что они не учитывают характеристики и особенности ГИ. Последние результаты в решении задачи сжатия были получены с помощью известных алгоритмов в различных комбинациях, но демонстрируемая ими степень сжатия остаётся недостаточно высокой, учитывая существенный уровень избыточности, свойственный ГИ. Таким образом, диссертационная работа Сариновой А. Ж., посвященная разработке и исследованию алгоритмического и программного обеспечения сжатия ГИ без потерь и с потерями, учитывающего специфические особенности данных, является актуальным научным исследованием.

Содержание работы.

Во введении обосновывается актуальность выбранной проблематики, приводится обзор предшествующих исследований и разработок. В первой главе

проведён анализ методов, алгоритмов и способов сжатия изображений, которые могут применяться для сжатия гиперспектральных АИ. Проведен анализ различных схем сжатия ГИ, в частности, это схемы сжатия ГИ без потерь с использованием стандартных подходов: статистического сжатия, кодирования Хаффмана, алгоритмы пространственно-спектрального кодирования и стандарт JPEG Lossless. Для сжатия с потерями рассмотрены следующие алгоритмы – адаптивное предсказание, обратно-поисковые схемы, вейвлет-преобразования, дискретно-косинусное преобразование, гибридное предсказание, метод главных компонент и др., которые в ряде случаев сжимают ГИ с низкой степенью сжатия.

Во второй главе описано семейство оригинальных алгоритмов сжатия ГИ без потерь и с потерями, имеющих более высокие показатели вычислительной эффективности и степени сжатия с сохранением минимального уровня потерь. Автор показала, что с помощью предложенных алгоритмов сжатия удастся получить значительно более высокие коэффициенты степени сжатия, вычислительной эффективности с определением коэффициента квантования и кодированием Хаффмана при заданном минимальном уровне потерь.

В третьей главе описаны результаты экспериментальных исследований оригинальных алгоритмов в сравнении со стандартными и специализированными аналогами. Показано, что алгоритмы сжатия без потерь с учетом междиапазонной корреляции, а также с использованием разностно-дискретных преобразований, превосходят другие алгоритмы по совокупности таких показателей как степень сжатия и вычислительная эффективность.

В четвертой главе приведено обоснование выбора языка программирования и средств для программной реализации алгоритмов. Сформулированы требования к ПО для сжатия без потерь и с потерями, предложены концептуальные основы его создания, упрощающие и ускоряющие создание аналогичных систем. Предложена обобщённая структура ПО сжатия гиперспектральных АИ, включающая подсистемы кодирования и декодирования.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность основных положений и выводов подтверждается использованием методов теории сжатия информации, теории обработки изображений, методов дискретных преобразований, теории вейвлет-анализа и математической статистики.

Научная новизна.

В диссертационной работе Сариновой А. Ж. получены следующие новые научные результаты в области разработки и исследования методов и алгоритмов сжатия ГИ без потерь и с потерями. Предложен оригинальный алгоритм с увеличенной степенью сжатия, осуществляющий выбор отсчетного канала с использованием данных о межканальной корреляции. Представлен алгоритм, основная идея которого заключается в нахождении пар коррелированных каналов, и применении метода регрессионного анализа, позволяющих уменьшить размеры каналов аэрокосмического изображения и преобразовать их перед сжатием адаптированной таблицей кодов Хаффмана. Также разработан алгоритм с минимизацией уровня потерь для сжатия гиперспектральных АИ с потерями. Разработанный алгоритм с использованием дискретно-косинусного преобразования с последующим квантованием и кодированием Хаффмана с адаптированной таблицей для ГИ позволяет достичь высоких показателей степени сжатия при минимальном уровне потерь.

Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение сжатия ГИ без потерь и с потерями, учитывающее специфические особенности данных, позволяет существенно увеличить показатели степени сжатия, вычислительной эффективности и минимизировать искажения при заданном уровне потерь.

Теоретическое и практическое значение работы заключается в развитии методов исследования сжатия гиперспектральных изображений. Разработанные в диссертации алгоритмы позволяют сжимать ГИ с высокими показателями по степени сжатия и вычислительной эффективности. Практически значимыми являются предложенное в работе семейство алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями. Результаты исследований могут применяться для сжатия различных видов ГИ, в том числе аэрокосмических, а также иных многоканальных изображений, возникающих в задачах физики, химии, астрономии, биологии и медицины.

Все перечисленные выше теоретические и практические результаты диссертационной работы А. Ж. Сариновой являются новыми. Материалы

диссертации достаточно полно опубликованы в рецензируемых журналах и апробированы на конференциях международного и всероссийского уровней.

Замечания по работе.

По диссертации Сариновой А. Ж. можно высказать следующие замечания.

1) В диссертации указано, что разработанные алгоритмы позволяют сжимать гиперспектральные изображения, полученные при дистанционном зондировании земной поверхности. Считаю, что дополнительно можно было бы привести сравнительные эксперименты с данными других предметных областей, таких как физика, химия, биология и медицина.

2) В работе не приведены рекомендации по выбору порогового значения уровня потерь для сжатия с минимальными искажениями. Более того, с практической точки зрения было бы интересно рассмотреть задачу оптимизации этого порогового значения на основе применения генетического алгоритма.

3) В диссертации для оценки качества восстановленных изображений применяется только метрика PSNR. Представляет интерес рассмотреть результаты применения метрик SSIM, VIF.

4) В диссертационной работе присутствуют стилистические ошибки и опечатки.

Несмотря на имеющиеся замечания, хочется отметить высокий уровень теоретической и практической подготовки автора и ее умение использовать математические и программные методы для решения поставленных задач.

Общее заключение.

Диссертационная работа Сариновой Асии Жумабаевны «Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных преобразований» является законченной научно-исследовательской работой, посвященной решению научной проблемы разработки новых и модификации существующих алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений. Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в публикациях автора, основные результаты апробированы на международных и всероссийских научных конференциях. Автореферат корректно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация Сариновой Асии Жумабаевны «Математическое и программное обеспечение сжатия гиперспектральных изображений с использованием разностно-дискретных

преобразований» полностью соответствует критериям, установленным пп. 9-13 «Положения о присуждении ученых степеней», и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, а сама Сарина Асия Жумабаевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Профессор Отделения информационных технологий
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский
политехнический университет» (634050, г. Томск,
пр. Ленина, 30; (3822) 60-63-33; tpu@tpu.ru; https://tpu.ru)
доктор технических наук (05.13.16 – Применение
вычислительной техники, математического моделирования
и математических методов в научных исследованиях;
01.04.03 – Радиофизика), профессор



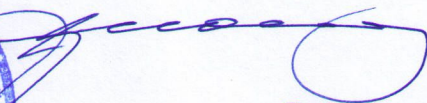
Спицын Владимир Григорьевич

12 марта 2019 г.

Подпись В.Г. Спицына заверяю

Ученый секретарь

Национального исследовательского
Томского политехнического университета



О.А. Ананьева