

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бастрьчкина А.С.
на тему «Метод и алгоритмы сжатия изображений в базисе
функций с двоичной арифметикой»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы»

Диссертационная работа Бастрьчкина Александра Сергеевича направлена на повышение эффективности инфокоммуникационных систем при передаче изображений по каналам связи за счёт разработки метода и алгоритмов сжатия изображений в базисе функций с двоичной арифметикой.

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена ростом объёмов передаваемых видеоданных, ограничениями по пропускной способности каналов и вычислительным ресурсам каналообразующего и бортового оборудования, а также потребностью в простых, надёжных и энергоэффективных решениях для внедрённых систем и систем технического зрения.

В автореферате приведён развернутый анализ современного состояния области сжатия изображений. Показано, что несмотря на широкую распространённость и развитость методов JPEG, JPEG2000, WebP и вейвлет-подходов, значительное внимание традиционно уделяется показателям степени сжатия и качества восстановления, тогда как вопросы вычислительной сложности, требований к памяти и устойчивости к помехам остаются проработанными в меньшей степени. Автор справедливо обращает внимание на то, что для ряда классов приложений (встраиваемые системы, аппаратура с жёсткими ограничениями по ресурсам) критически важными являются простота архитектуры, минимизация операций умножения и деления, а также снижение объёма служебной информации.

Научная новизна работы заключается в предложении метода сжатия изображений, основанного на квазидвумерном спектральном представлении в базисе функций с двоичной арифметикой (функции Уолша) с сохранением постоянной составляющей, квантованием и энтропийным кодированием спектральных коэффициентов. На основе данного подхода разработан комплекс алгоритмов: алгоритм сжатия в квазидвумерном спектральном пространстве с равномерным квантованием, алгоритм с оптимальным квантованием. Предложен алгоритм сжатия

в квазидвумерном спектре с восстановлением постоянной составляющей и устранением высокочастотных составляющих. Важным результатом является то, что все предложенные алгоритмы могут быть реализованы средствами целочисленной арифметики без операций умножения и деления, что принципиально важно для применения в аппаратуре с ограниченными ресурсами.

Теоретические результаты диссертационного исследования включают адаптацию аппарата теории дискретных сигналов, определённых на конечных интервалах, к задачам сжатия изображений, формулировку и использование свойств квазидвумерного спектрального представления (в частности, теоремы о постоянной составляющей спектра и энергетической полноте квазидвумерного спектрального представления). Эти положения позволили обосновать возможность восстановления постоянной составляющей без её явной передачи, а также предложить схемы прореживания и квантования спектра.

Практическая ценность работы подтверждается созданием программных реализаций разработанных алгоритмов, их экспериментальным исследованием на реальных изображениях, в том числе аэрокосмических (природный ландшафт и городская застройка), а также внедрением результатов в учебный процесс ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» и в производственный процесс ООО «Квантрон Групп» в системе передачи и хранения изображений для задач детекции продукции на инспекционном столе и анализа остановок на линии. По результатам исследований проведено сопоставление с широко применяемыми алгоритмами JPEG, SPIHT, EZW и др. Показано, что при сопоставимой степени сжатия предложенные алгоритмы обеспечивают выигрыш по времени обработки в среднем в 2-4 раза (до 3,4 раза в среднем) за счёт упрощённого базиса и целочисленной реализации, что подтверждает достижение поставленной цели работы.

Структура диссертации логична и отвечает поставленным задачам: от анализа существующих подходов и выбора математического аппарата к разработке метода и алгоритмов, затем к их программной реализации, экспериментальной оценке и сравнению с известными решениями. Объём публикаций по теме диссертации (17 научных работ, включая статьи в изданиях из перечня ВАК и журналах, индексируемых Scopus, а также зарегистрированные программы для ЭВМ) свидетельствует об апробации полученных результатов в российском и международном научном сообществе.

Замечания по автореферату:

1. В ряде разделов автореферата сравнительный анализ с существующими алгоритмами (JPEG, JPEG2000, SPIHT, EZW) выполнен преимущественно в терминах средней квадратической ошибки и времени работы. Представляется целесообразным более подробно обсудить такие распространённые показатели качества, как PSNR и индекс структурного сходства (SSIM), а также дать более развёрнутую интерпретацию визуальных артефактов, особенно для небольших степеней сжатия, характерных для систем передачи.

2. В автореферате рассматривается простота реализации на основе целочисленной арифметики, однако вопросы аппаратной реализации (например, оценки сложности в терминах логических элементов, тактовых частот, энергопотребления по сравнению с ДКП и вейвлет-преобразованиями) освещены недостаточно подробно. Более детальный анализ потенциальной аппаратной эффективности предложенных решений повысил бы прикладную значимость результатов.

3. При описании методов оптимального квантования квазидвумерного спектра указано, что оптимальные значения могут быть предварительно рассчитаны для типового представителя класса сигналов и далее использоваться без пересчёта. Вместе с тем в автореферате не до конца раскрыты критерии выбора этих «типовых» изображений и устойчивость полученных параметров квантования при переходе к иным классам изображений (например, медицинские, текстовые, промышленное видеонаблюдение).

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность работы.

Вывод:

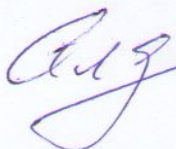
Сформулированные в автореферате научные положения обоснованы и подтверждены экспериментальными исследованиями, а совокупность полученных результатов соответствует паспорту специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы» (п. 3 «Разработка методов и алгоритмов кодирования, сжатия и размещения информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем при её хранении и передаче»).

В целом диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики информатики в части

повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, а её автор, Бастрычкин Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы».

Научный руководитель
Департамента научно-образовательной деятельности
ПАО «НПО «Алмаз»
доктор технических наук,
профессор



Алдошин Владимир Михайлович

Сведения об организации:

Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина» (ПАО «НПО «Алмаз»)

Сайт организации: <http://raspletin.com>

Почтовый адрес: 125190, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 80, корп.16.

Контактный телефон: (499) 940-02-22 доб. 1-17-23,

e-mail: info@raspletin.com

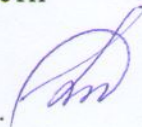
Подпись

доктора технических наук, профессора В.М. Алдошина
удостоверяю:

Начальник

Департамента научно-образовательной деятельности
ПАО «НПО «Алмаз»

кандидат технических наук, доцент

Д.А. Леманский

02.12.2025