



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Поволжский государственный
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «ПГТУ»)

пл. Ленина, д. 3, г. Йошкар-Ола,
Республика Марий Эл, 424000

Телефон (8362) 68-68-70, факс (8362) 41-08-72

E-mail: info@volgatech.net, <http://www.volgatech.net/>

ИНН/КПП 1215021281/121501001,



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор ФГБУ ВО
Поволжский государственный
технологический университет
д.т.н., профессор

Роженцов А.А.

2025 г.

№ _____
На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Бастрычкина Александра Сергеевича
на тему «Метод и алгоритмы сжатия изображений в базисе
функций с двоичной арифметикой», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы

Представленная на отзыв диссертация Бастрычкина А.С. является
научно-исследовательской и квалификационной работой, выполненной в
соответствии с существующими требованиями к кандидатским
диссертациям, логически построенным и законченным научным трудом,
имеющим внутреннее единство, построенным по традиционному принципу:
введение, четыре главы, заключение, библиографический список,
приложения.

1. Актуальность темы исследования

В настоящее время использование визуальной информации является
трендом развития многих информационных технологий. При этом
практически всегда возникает необходимость передачи изображений по
каналам связи, что требует разработки специальных систем передачи данных,
позволяющих быстро и достоверно транслировать информацию от
передатчика к приёмнику.

Передача изображений по каналам связи является одной из самых
сложных процедур в различных системах: дистанционного зондирования

сред и поверхности Земли, технического зрения роботизированных комплексов, в том числе медицинского назначения, хранения и передачи наборов данных для обучения нейросетей. Это связано с большим объемом данных, передаваемых на пределе пропускной способности каналов связи. Поэтому поиск простых и эффективных методов и алгоритмов уменьшения избыточности видеоданных до настоящего времени остается актуальной задачей. Также при разработке таких алгоритмов необходимо учесть особенности продвижения строк и кадров изображений через каналобразующее оборудование. Применение алгоритмов сжатия данных к изображениям, представленным в цифровом формате уменьшает количество данных, описывающих изображение, что уменьшает время передачи изображения и экономит пространство для их хранения.

При сжатии изображений сложилась практика применения ортогональных преобразований, основанных на различных наборах базисных функций. Известно, что при выполнении процедуры перехода в спектральное пространство может затрачиваться 75-80% от общего времени выполнения алгоритма. Поэтому решение задачи уменьшения времени выполнения преобразований является важной.

В этой связи, тематика диссертационной работы Бастрычкина А.С., связанная с разработкой методов и алгоритмов, обеспечивающих простоту и скорость преобразования данных и позволяющих повысить эффективность передачи изображений по каналам связи, за счёт разработки метода сжатия изображений в базисе функций с двоичной арифметикой, определённых на конечных интервалах, представляется актуальной.

2. Научная новизна результатов диссертации

Научная новизна данной работы заключается в решении научной задачи повышения эффективности функционирования инфокоммуникационных систем при передаче изображений по каналам связи. На основе проведенного анализа возможности применения известных алгоритмов сжатия изображений в системах передачи информации, имеющих существенные ограничения вычислительных возможностей каналобразующего оборудования. В работе автором получены следующие основные результаты:

1. Предложен метод сжатия изображений в базисе функций с двоичной арифметикой, основанный на квазидвумерном спектральном представлении изображения, с сохранением постоянной составляющей, квантованием и

энтропийным кодированием значений спектра реализованный в виде следующих алгоритмов:

- алгоритм сжатия изображений в квазидвумерном спектральном пространстве с равномерным квантованием составляющих, позволяющий сократить время обработки по сравнению с известными аналогами;

- алгоритм сжатия изображений в квазидвумерном спектральном пространстве с оптимальным квантованием составляющих, обеспечивающий лучшее качество и детализацию по сравнению с равномерным квантованием, позволяющий значительно сократить время сжатия по сравнению с известными алгоритмами.

2. Алгоритм сжатия изображения в квазидвумерном спектре с восстановлением постоянной составляющей и устранением высокочастотных составляющих, обеспечивающий высокую степень сжатия изображения при существенном сокращении время сжатия по сравнению с известными аналогами

Следует особо отметить, что все предложенные алгоритмы могут быть реализованы средствами целочисленной арифметики без использования операций умножения и деления.

3. Практическая и теоретическая ценность результатов исследования

Разработанные метод и алгоритмы внедрены в рамках учебного процесса в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина» в курсах «Теория информации», «Теория информации и цифровая обработка сигналов» которые изучаются в рамках направлений магистратуры 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» и 02.04.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Метод и алгоритмы, разработанные в ходе диссертационного исследования, внедрены в производственный процесс компании ООО «Квантрон Групп» в системе передачи изображений для обнаружения (детекции) продукции на инспекционном столе, а также в модуле хранения видеопотока кадров для расследования случаев, связанных с обнаружением остановок на линии.

Научная ценность результатов диссертационного исследования состоит в адаптации существующего математического аппарата теории дискретных сигналов, определённых на конечных интервалах, к области сжатия данных.

4. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертации

Обоснованность научных положений диссертационной работы подтверждается использованием адекватных математических моделей и математически строгим формальным описанием задач исследования; а также результатами экспериментальных исследований эффективности предложенных в диссертации метода и алгоритмов.

Как следует из введения, целью диссертационной работы является повышение эффективности передачи изображений по каналам связи за счёт разработки метода сжатия изображений в базисе функций с двоичной арифметикой, определённых на конечных интервалах, и алгоритмов его реализующих, позволяющих существенно снизить время передачи изображений и сократить объём передаваемой информации.

Для достижения поставленной цели автором проанализированы существующие методы и алгоритмы решения задач сжатия изображений, выявлены возникающие при этом существенные ограничения вычислительных возможностей каналообразующего оборудования, исследованы различные способы устранения информационной избыточности, основанные на свойствах функций с двоичной арифметикой для квазидвумерного спектрального представления изображений. Для предложенного метода сжатия изображений, представленных в квазидвумерном спектральном пространстве, разработаны алгоритмы его реализующие.

Выводы по главам соответствуют содержанию проведенного автором исследования. Представленные в работе результаты корректны, обоснованы и достаточно полно отражены в публикациях.

Материал диссертационной работы изложен ясно и логически стройно. Оформление текстового и графического материала осуществлено в соответствии с существующими требованиями.

Достоверность диссертационного исследования подтверждается корректным и обоснованным использованием методов дискретной математики, вычислительной математики, теории вероятностей и математической статистики, спектральных методов обработки двумерных массивов данных, а также методов секвентного анализа. Работа базируется на методологии применения квазидвумерного преобразования к изображениям, представленным в виде двумерных массивов данных для их сжатия.

По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 12 статей, 4 из которых в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 7 статей в рецензируемых изданиях, включённых в международную наукометрическую базу Scopus, 5 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских конференций, 2 Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Количество и качество опубликованных по теме диссертации трудов подтверждает достаточную глубину проведенных соискателем исследований, новизну и необходимый уровень апробации работы.

Автореферат отражает структуру диссертации. Диссертация и автореферат соответствуют критерию внутреннего единства, изложены грамотным научно-техническим языком.

Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы» (технические науки) по следующим областям исследований: п. 3 «Разработка методов и алгоритмов кодирования, сжатия и размещения информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем при её хранении и передаче».

5. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованных источников, 2-х Приложений. Основной текст работы содержит 128 страниц. Список использованных источников включает 101 наименование.

В первой главе содержится постановка задачи сжатия изображений. Выявлены основные характеристики современных алгоритмов сжатия с потерями: степень сжатия и качество восстановленных изображений. Такие характеристики, как затраты времени и памяти, а также сложность операций при разработке современных алгоритмов учитываются довольно редко. Данный фактор требует развития методов сжатия, направленных на работу в условиях существенных ограничений вычислительной мощности оборудования, что может быть полезно при построении простых и надёжных систем передачи изображений. Формулируются задачи диссертационного исследования.

Во второй главе рассмотрен математический аппарат ортогональных преобразований в задачах сжатия изображений. Даны определения множества ортогональных функций, разложения непрерывного одномерного сигнала по ортогональным функциям. Далее определения распространяются

на случай двумерного дискретного сигнала, частным случаем которого можно считать цифровое полутонное изображение. Приведено понятие множества ортонормированных функций для подобных сигналов. Рассмотрена матричная форма ортогональных унитарных преобразований, а также свойство делимости для подобных преобразований.

В третьей главе представлено сравнение таких методов устранения информационной избыточности, как пороговое и пространственное исключение составляющих спектра, а также квантование составляющих. В качестве меры оценки качества восстановленного изображения была выбрана среднеквадратическая ошибка, представляющая собой поэлементное сравнение двух фрагментов изображений. Показано, что, даже в случае высоких показателей СКО, при визуальной оценке восстановленных изображений метод квантования способен сохранить мелкие детали изображения даже при малом числе уровней квантования.

В четвертой главе дано описание разработанного программного обеспечения для проверки работоспособности алгоритмов. Представлены результаты экспериментальной проверки алгоритмов, реализующих метод сжатия с квантованием квазидвумерного спектра, на аэрокосмических изображениях природного ландшафта и городской застройки, приведено сравнение предложенных в работе алгоритмов с известными по критериям степени сжатия, качества восстановления, производительности.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

В приложении приведены копии актов о внедрении результатов диссертационной работы и сведения о регистрации программ для ЭВМ, что подтверждает ее научную и практическую значимость.

6. Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы могут найти практическое применение при проектировании бортовых информационных комплексов формирования и передачи информации по каналам связи. Универсальные методы и алгоритмы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации и их модификации, предложенные в диссертации, могут найти применение при решении ряда практически важных задач.

7. Замечания по диссертационной работе

Замечания по диссертационной работе и автореферату заключаются в следующем.

1. Сравнительный анализ проводился с классическими, но уже не самыми современными алгоритмами (JPEG, EZW). Требуется пояснения, почему не было включено сравнение с более новыми подходами, такими как сжатие на основе нейросетевых методов, которые также могут быть оптимизированы для эффективного выполнения.
2. В работе применяется термин «квиздвумерное спектральное представление», однако он не является общепринятым, поэтому следовало бы раскрыть его более подробно и показать его преимущество.
3. В теоретической части, при описании свойств квазидвумерного спектра, не в полной мере раскрыты потенциальные границы применимости теоремы о постоянной составляющей применительно к изображениям с нестационарными статистическими характеристиками.
4. В диссертации не указаны конкретные параметры аппаратной платформы, на которой проводились замеры производительности, что затрудняет полное воспроизведение экспериментов.
5. В главах 3-4 неудачно выполнено форматирование рисунков и подрисовочных подписей, что затрудняет их восприятие и анализ

8. Заключительная оценка

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, которая представляет собой законченное исследование, содержащее решение научной задачи и характеризующееся теоретической новизной и практической значимостью.

В целом диссертационная работа Бастрычкина А.С. написана грамотным научным языком, основные теоретические положения работы изложены логически стройно и доказательно, результаты диссертационного исследования вносят вклад в развитие теории и практики повышения эффективности функционирования инфокоммуникационных систем.

По актуальности избранной темы, научной новизне, практической значимости диссертационная работа «Метод и алгоритмы сжатия изображений в базисе функций с двоичной арифметикой» соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.3.8.

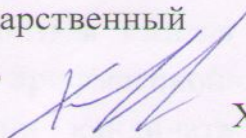
Информатика и информационные процессы, а ее автор Бастрычкин Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на работу рассмотрены на заседании кафедры «Радиотехнических и медико-биологических систем» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный технологический университет», протокол №4 от «12» ноября 2025 года. Присутствовало на заседании 8 человек, результаты голосования: «за» – 8 человек, «против» – 0 человек, «воздержались» – 0 человек.

Зав. кафедрой «Радиотехнические
и медико-биологические системы»

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
технологический университет»,

д.т.н., профессор



Хафизов Ринат Гафиятуллович

Сведения о лице, подписавшем отзыв:

Фамилия, имя, отчество: Хафизов Ринат Гафиятуллович

Наименование отрасли наук, научных специальностей по которым

составителем защищена диссертация: 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, технические науки

Организация: ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»

Должность: заведующий кафедрой «Радиотехнические и медико-биологические системы»

Почтовый адрес организации: 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3.

Сайт организации: <https://www.volgatech.net>

Контактный телефон: (8362) 45-53-44

e-mail: info@volgatech.net

С отзывом ознакомлен
28.11.2025 [подпись]