

УДК 621.391

А.А. Красноруцкий<sup>1</sup>, С.Я. Яценко<sup>2</sup><sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков<sup>2</sup>ГНПП «Объединение Коммунар» – НТ СКБ «ПОЛИСВИТ», Харьков**МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЗАДАННОЙ ПОТЕРЕЙ КАЧЕСТВА**

*Излагаются основные этапы метода декомпрессии изображений путем классификационного арифметического декодирования составляющих трансформант Уолша.*

*трансформанты Уолша, статистическая избыточность, арифметические коды*

**Введение**

Современные требования к разработке и модернизации информационных систем предполагают получение непрерывной информации об объекте управления и окружающей его среде с целью моментального принятия решения и грамотной постановке задач непосредственно объекту управления. Основная часть информации – это видеoinформация представляющая собой цифровые массивы колоссальных объемов, превышающих,  $10^9$  бит [1]. В тоже время существующие каналы связи из-за ограниченной пропускной способности не позволяют выполнить требование по оперативности доведения информации.

С другой стороны, проведенный анализ показал, что повышение оперативности доведения видеoinформации можно добиться за счет ее компактного представления путем применения методов сжатия [2 – 4].

Анализ известных методов сжатия выявил, что при декодировании слабокоррелированных изображений часть полезной информации теряется. Это может привести к необратимым последствиям.

Поэтому **цель статьи** заключается в разработке метода декомпрессии изображений с минимальной погрешностью.

**Разработка метода декомпрессии изображений**

Разработанный метод сжатия, основанный на классификационном арифметическом кодировании и дискретном преобразовании Уолша (ДПУ), предусматривает выигрыш по степени сжатия относительно метода, реализованного в формате JPEG и JPEG 2000, для слабокоррелированных изображений в среднем соответственно на 38% и 1%. При этом время обработки изображений, применив указанный метод, будет меньше минимум на 34% [5].

Для получения на приемной стороне исходных изображений с минимальной погрешностью необходимо разработать метод декомпрессии, включающий в себя: классификацию кодовых комбинаций арифметического кода, сформированных для массивов высокочастотных компонент и массивов низкочастотных компонент трансформант преобразования Уолша. При формировании трансформанты ДПУ требуется учесть, что низкочастотные компоненты представлены в дифференциальном виде. После формирования трансформант необходимо выполнить обратное двумерное дискретное преобразование Уолша. Исходя из этого, разработанный метод декомпрессии включает несколько этапов (рис. 1).

Первый этап предусматривает чтение поступившего кода, т.е. сжатых данных. Второй этап предполагает чтение и декодирование арифметических кодов для восстановления массивов абсолютных значений высокочастотных компонент ДПУ и массивов абсолютных значений дифференциального представления низкочастотных компонент трансформант ДПУ. Процесс арифметического декодирования заключается в построении исходного массива, имеющего заданный код. В результате выполнения данного этапа формируются два массива:

– массив  $E^{\bullet} = \{e(k; \ell)^{\bullet}\}$ ,  $k = \overline{1, n_n}$ ,  $\ell = \overline{1, n_n}$  абсолютных значений разностного представления низкочастотных компонент трансформант дискретного преобразования Уолша;

– массив  $Y^{(B)}$  высокочастотных компонент трансформант ДПУ, содержащий  $(n - 1)(n + 1)$  элементов.

На третьем этапе осуществляется получение значений низкочастотных компонент по их дифференциальному представлению.

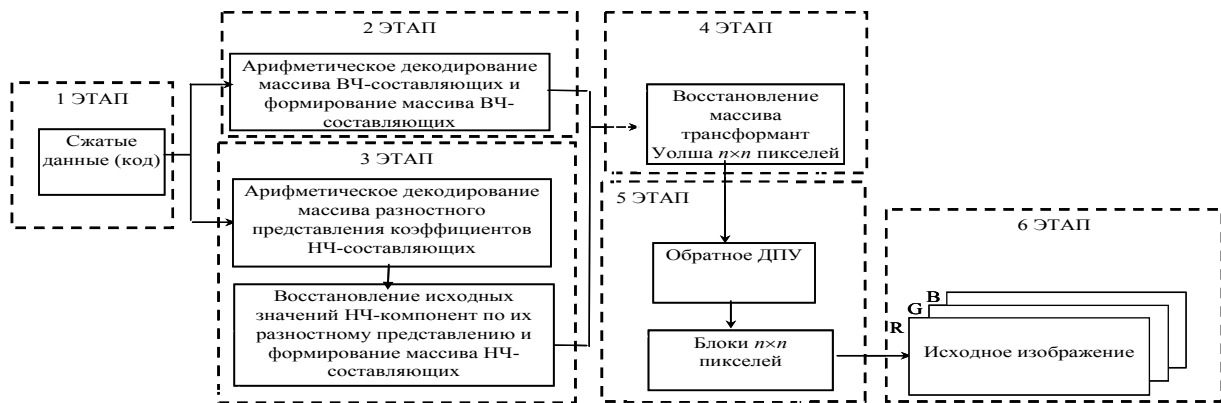


Рис. 1. Структурная схема разработанного метода декомпрессии

Для этого используется информация, содержащаяся в двух массивах:

– массив разностного представления низкочастотных компонент трансформант ДПУ  $E^{\bullet}$ , содержащий абсолютные значения  $e(k; \ell)^{\bullet}$ ;

– матрица знаков  $U_e$ ,  $U_e = \{u_e(k; \ell)\}$ ;  $k = \overline{1, n_n}$ ;  $\ell = \overline{1, n_n}$ , где  $n_n$  – размерность массива низкочастотных компонент трансформант ДПУ.

На основе известных значений  $e(k; \ell)^{\bullet}$  и  $u_e(k; \ell)$  процесс формирования значений элементов массива низкочастотных компонент задается выражением

$$y(k; \ell) = \begin{cases} y(k-1; \ell) - e(k; \ell)^{\bullet}, & \text{если } u_e(k; \ell) = 0; \\ y(k-1; \ell) + e(k; \ell)^{\bullet}, & \text{если } u_e(k; \ell) = 1. \end{cases} \quad (1)$$

На основе соотношения (1) осуществляется восстановление массива  $Y^{(H)}$  низкочастотных (НЧ) компонент трансформант ДПУ (рис. 2).

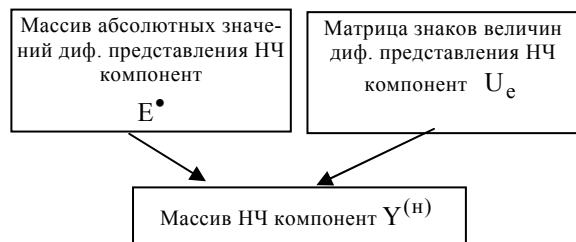


Рис. 2. Схема формирования массива низкочастотных составляющих на основе их дифференциального представления

Четвертый этап процесса восстановления изображений заключается в построении трансформанты ДПУ, содержащей абсолютные значения компонент на основе массива  $Y^{(B)}$  абсолютных значений высокочастотных компонент и массива  $Y^{(H)}$  низкочастотных компонент трансформанты ДПУ (рис. 3).

Для этого используется следующее выражение:

$$y(k; \ell) = \begin{cases} y^{(B)}(k; \ell)^{\bullet}, & \text{если } k=1; \ell \geq 2 \ \& \ k \geq 2; \\ y^{(H)}(k; \ell), & \text{если } k=1; \ell = 1, \end{cases} \quad (2)$$

где  $y^{(B)}(k; \ell)^{\bullet}$ ,  $y^{(H)}(k; \ell)$  –  $k\ell$ -ые значения соответственно массивов  $Y^{(B)}$  и  $Y^{(H)}$ .

Выражение (2) позволяет получить массив  $Y^{\bullet}$  абсолютных значений компонент трансформанты преобразования Уолша. На этом этапе организуется восстановление исходных значений компонент трансформанты ДПУ с учетом их знака. Для этого используется информация, содержащаяся в следующих массивах: массив  $Y^{\bullet}$  абсолютных значений компонент  $y(k; \ell)^{\bullet}$  трансформант ДПУ; матрица знаков  $U$ ,  $U = \{u(k; \ell)\}$ ,  $k = \overline{1, n}$ ;  $\ell = \overline{1, n}$  массива компонент трансформант преобразования Уолша.

На основе известных значений  $y(k; \ell)^{\bullet}$  и  $u(k; \ell)$  формирование значений компонент трансформанты  $Y$  ДПУ задается соотношениями:

$$y(k; \ell) = \begin{cases} y(k; \ell)^{\bullet}, & \text{если } u(k; \ell) = 0; \\ -y(k; \ell)^{\bullet}, & \text{если } u(k; \ell) = 1. \end{cases} \quad (3)$$

Система выражений (3) позволяет восстановить исходные значения  $u(k, l)$  компонент трансформант ДПУ. Пятый и шестой этапы метода восстановления являются завершающими. Здесь происходит обратное преобразование Уолша. В этом

случае на основе известных значений компонент трансформанты  $Y$  ДПУ проводится получение элементов восстановленных массивов изображений. Для этого выполняется обратное дискретное преобразование Уолша.

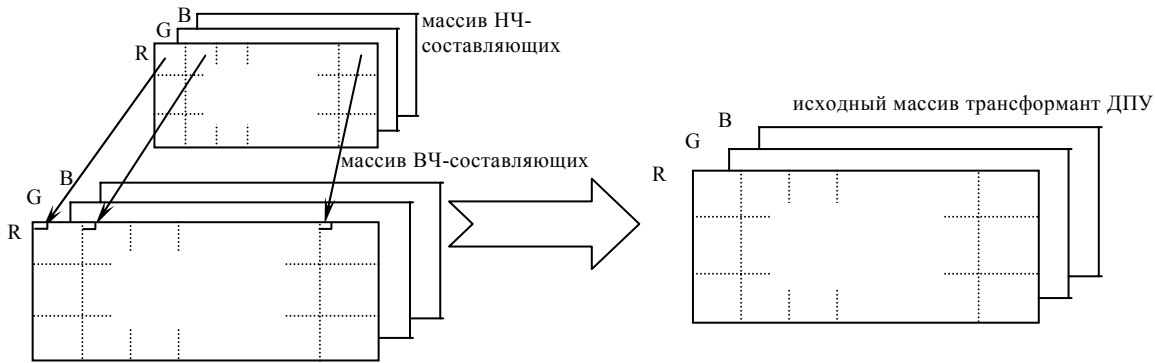


Рис. 3. Схема формирования исходного массива трансформант ДПУ размерностью  $n \times n$  пикселей изображения RGB-цветовых компонент из НЧ- и ВЧ- спектральных составляющих

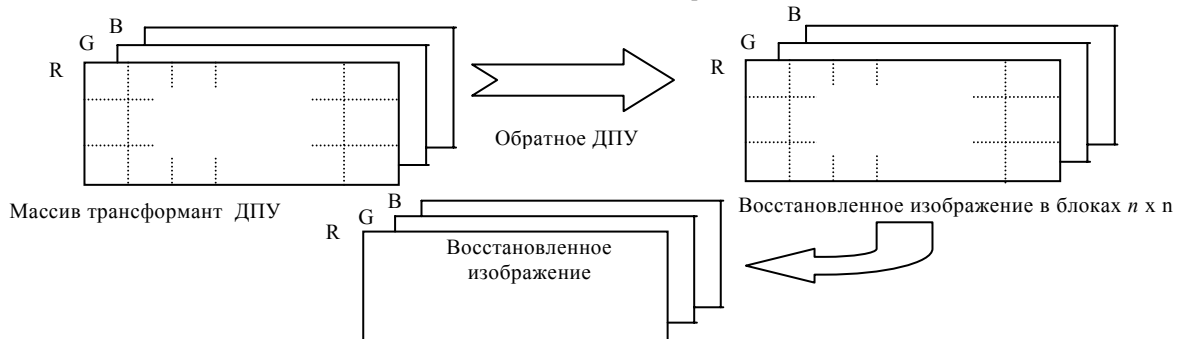


Рис. 4. Этап обратного ДПУ и формирование восстановленного изображения RGB-цветовой модели

Зависимость степени сжатия слабокоррелированных изображений от пикового отношения сигнал/шум (PSNR) приведена на рис. 5.

3) использовать только целочисленные арифметические операции.

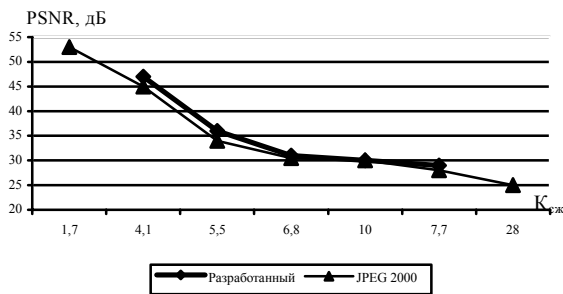


Рис. 5. Зависимость степени сжатия от PSNR

### Выводы

Разработанный метод восстановления изображений позволяет:

1) получить потери качества при восстановлении исходного изображения не хуже 45,2 дБ, что говорит о приемлемом качестве восстановленного изображения;

2) повысить качество принимаемых слабокоррелированных изображений, по сравнению с форматом JPEG 2000, в среднем на 1%;

### Список литературы

1. Асташин А.А. Космические системы аппараты и приборы для решения задач природопользования и экономического контроля. – М.: ВИНТИ, 1991. – 142 с.
2. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Под ред. И.Б. Фоменко. – М.: Связь, 1980. – 248 с.
3. Бондарев В.Н., Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: Учебное пособие для вузов. – Х.: Конус, 2001. – 398 с.
4. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2003. – 384 с.
5. Красноруцкий А.А., Яценко С.Я. Метод арифметического классификационного кодирования трансформант Уолша// Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2007. – Вып. 31. – С. 138-141.

Поступила в редколлегию 3.09.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. П.Ю. Костенко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.