

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

ISSN0135-1710

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И  
ПРИБОРЫ АВТОМАТИКИ**

**Всеукраинский межведомственный  
научно-технический сборник**

**Основан в 1965 г.**

**Выпуск 162**

Харьков  
2013

В сборнике представлены результаты исследований, касающихся компьютерной инженерии, управления, технической диагностики, автоматизации проектирования, оптимизированного использования компьютерных сетей и создания интеллектуальных экспертных систем. Предложены новые подходы, алгоритмы и их программная реализация в области автоматического управления сложными системами, оригинальные информационные технологии в науке, образовании, медицине.

Для преподавателей университетов, научных работников, специалистов, аспирантов.

У збірнику наведено результати досліджень, що стосуються комп'ютерної інженерії, управління, технічної діагностики, автоматизації проектування, оптимізованого використання комп'ютерних мереж і створення інтелектуальних експертних систем. Запропоновано нові підходи, алгоритми та їх програмна реалізація в області автоматичного управління складними системами, оригінальні інформаційні технології в науці, освіті, медицині.

Для викладачів університетів, науковців, фахівців, аспірантів.

**Редакционная коллегия:**

*В.В. Семенец, д-р техн. наук, проф. (гл. ред.); М.Ф. Бондаренко, д-р техн. наук, проф.; И.Д. Горбенко, д-р техн. наук, проф.; Е.П. Пулятин, д-р техн. наук, проф.; В.П. Тарасенко, д-р техн. наук, проф.; Г.И. Загарий, д-р техн. наук, проф.; Г.Ф. Кривуля, д-р техн. наук, проф.; Чумаченко С.В., д-р техн. наук, проф.; В.А. Филатов, д-р техн. наук, проф.; Е.В. Бодянский, д-р техн. наук, проф.; Э.Г. Петров, д-р техн. наук, проф.; В.Ф. Шостак, д-р техн. наук, проф.; В.М. Левыкин, д-р техн. наук, проф.; Е.И. Литвинова, д-р техн. наук, проф.; В.И. Хаханов, д-р техн. наук, проф. (отв. ред.).*

Свидетельство о государственной регистрации  
печатного средства массовой информации

КВ № 12073-944ПР от 07.12.2006 г.

*Адрес редакционной коллегии:* Украина, 61166, Харьков, просп. Ленина, 14, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, комн. 321, тел. 70-21-326

© Харківський національний університет  
радіоелектроніки, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СТЕНЛИ ГАЙДУК, ВЛАДИМИР ХАХАНОВ</b> СТРУКТУРА ЛОГИЧЕСКОГО АССОЦИАТИВНОГО МУЛЬТИПРОЦЕССОРА....	4
<b>ЛИСИЦКИЙ К.Е., МЕЛЬНИЧУК Е.Д.</b> УТОЧНЁННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЛУЧАЙНОЙ ПОДСТАНОВКИ .....	22
<b>ЗИАРМАНД А.Н.</b> ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СУТЬ ПРОЕКТА «SMART ROADS» .....	28
<b>АКИМОВ Р.И., ХАХАНОВА А.В.</b> МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ БИАДИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕЖКАДРОВЫХ АПЕРТУР ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ Р-КАДРОВ.....	35
<b>БАРАННИК В.В., КРИВОНОС В.Н., ХАХАНОВА А.В.</b> МЕТОД КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ЗНАЧИМЫХ КОМПОНЕНТ ТРАНСФОРМАНТ.....	40
<b>БАСАРАБ О.К.</b> ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЙМОВІРНІСНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВИХ ДІЙ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕ ЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ .....	47
<b>БАРАННИК В.В., ВЛАСОВ А.В., ШИРЯЕВ А.В.</b> МЕТОДОЛОГИЯ ДВУХКАСКАДНОГО МАСКИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....	50
<b>КУЛИЦА О.С.</b> МЕТОДОЛОГИЯ УСТРАНЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЯХ КОМПРЕССИИ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОТЕРЕЙ КАЧЕСТВА .....	55
<b>КУЗЕМИН А.Я., ШТУКИН М.В., ТКАЧЕНКО Б.К.</b> МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ .....	59
<b>АРТАМОНОВ В.В., ПРИТЧИН С.Э.</b> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ ЮНГА И КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА ОТ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПОДЛОЖЕК GaAs.....	68
<b>РЕФЕРАТЫ.....</b>	74
<b>ПРАВИЛА</b> ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СБОРНИКА.....	78

## **МЕТОД КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ЗНАЧИМЫХ КОМПОНЕНТ ТРАНСФОРМАНТ**

---

Обосновывается модель описания значимых компонент на основе позиционных чисел с неравными соседними элементами. Излагаются базовые этапы позиционного кодирования для сокращения суммарных затрат на представление значимых компонент. Описывается кодирование низкочастотной компоненты с применением статистического кода. Доказывается возможность дополнительного увеличения степени сжатия видеоданных за счет сокращения структурной избыточности в векторах значимых компонент трансформант. Ключевые слова: трансформанта, значимые компоненты, динамический диапазон, компонента, сжатие.

### **Введение**

Возросшее потребление видеoinформационных ресурсов при развитии современных технологий диктует необходимость обеспечивать соответствующие требования по достоверности, доступности и целостности видеoinформации. Одним из таких требований является кодирование источников видеoinформации. Из результатов проведенных исследований различных систем компрессии видно, что наибольшая эффективность обработки

обеспечивается для предварительно трансформированных изображений. Тем не менее, устранение избыточности в трансформантах проводится в основном за счет учета психо-визуальных и статистических закономерностей. В результате этого получается ограниченный уровень компрессии, что приводит к таким последствиям как: потеря части информации, несвоевременная её доставка по запросу пользователя, ухудшение качества реконструированного изображения. Это нарушает условия обеспечения заданной целостности информации и доступности к ней. Нарастает несоответствие категориям информационной безопасности (рис. 1). Отсюда, *цель исследований* посвящена разработке метода кодирования значимых компонент сегментированных изображений, обеспечивающего повышение доступности и целостности видеoinформации для заданного уровня достоверности.

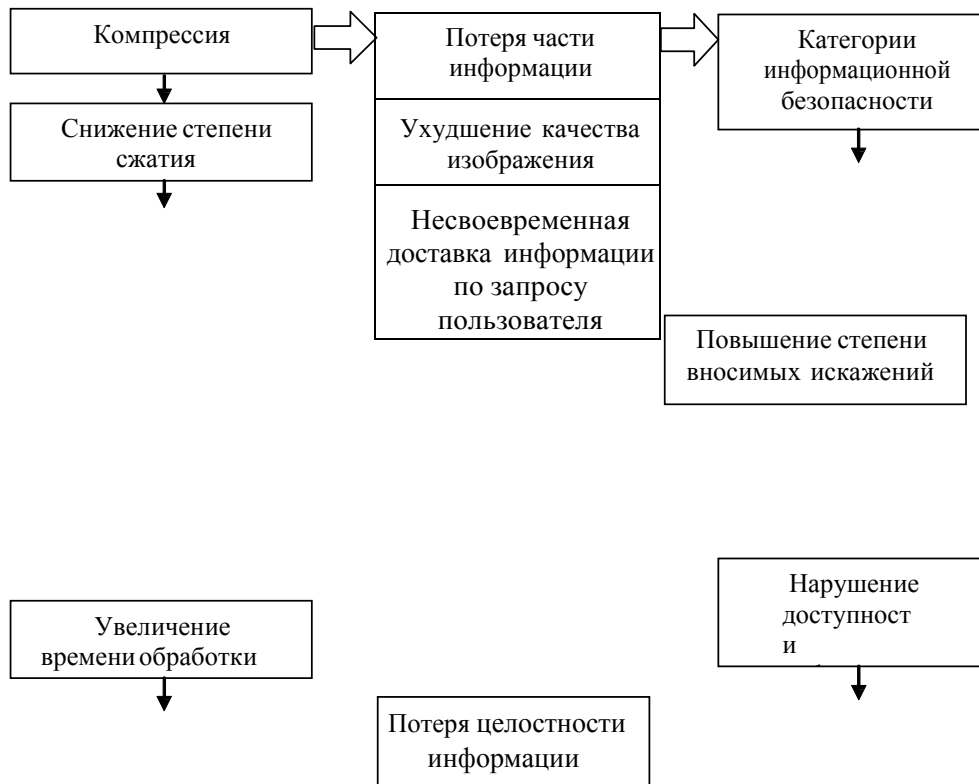


Рис. 1. Схема влияния характеристик степени компрессии на категории информационной безопасности

### 1. Описание общей структуры метода обработки видеозображений

Чтобы добиться наибольшей эффективности при обработке изображений, необходимо исходное изображение предварительно преобразовать (трансформировать). В результате этого образуется форма, которая обладает полезными свойствами, удобными для последующего сокращения различных видов избыточности [1].

Технология сжатия изображений на основе их трансформирования реализована в таком формате как JPEG. Одним из основных этапов работы является дискретное косинусное преобразование (ДКП), которое применяют не ко всему изображению, а к отдельным блокам размера 8x8 пикселей [2]. Это позволяет получить представление, для которого: в правом верхнем углу сосредотачивается низкочастотная компонента, называемая "коэффициент DC". Все остальные компоненты называются "коэффициентами AC". Следующий этап работы алгоритма – квантование коэффициентов ДКП. На этом этапе происходит отбрасывание незначительной части информации, а именно, элемент трансформанты коэффициентов ДКП делится на специальное число, называемое коэффициентами квантования. В результате этого получившееся значение округляется до ближайшего целого [3]. Затем к двумерному массиву компонент трансформанты применяется линеаризация, т.е. формируется одномерный вектор с помощью "зигзаг"-сканирования. В сформированном одномерном векторе  $Y_m$  компонент вначале получаем низкочастотную компоненту  $y_1$ , после чего из оставшихся компонент предлагается образовать два вектора: первый  $Y_{m-1}$  – вектор значимых компонент, второй  $G_{m-1}$  – вектор масштабирующих компонент, т.е.  $Y_m = \{DC; Y_{m-1}; G_{m-1}\}$ .

Это позволяет сократить количество повторяющихся коэффициентов трансформанты

ДКП. Поэтому  $G_{m-1}$  предлагается называть вектором масштабирующих компонент, которые определяют количество повторов значимых компонент, т.е. задают их масштаб в частотном пространстве.

В результате вектор  $Y_m$  заменяется совокупностью пар  $\{y_i, g_i\}$ , где  $y_i$  – значение  $i$ -й значимой компоненты развёрнутой трансформанты,  $g_i$  – количество компонент, имеющих одинаковое значение (рис.2).

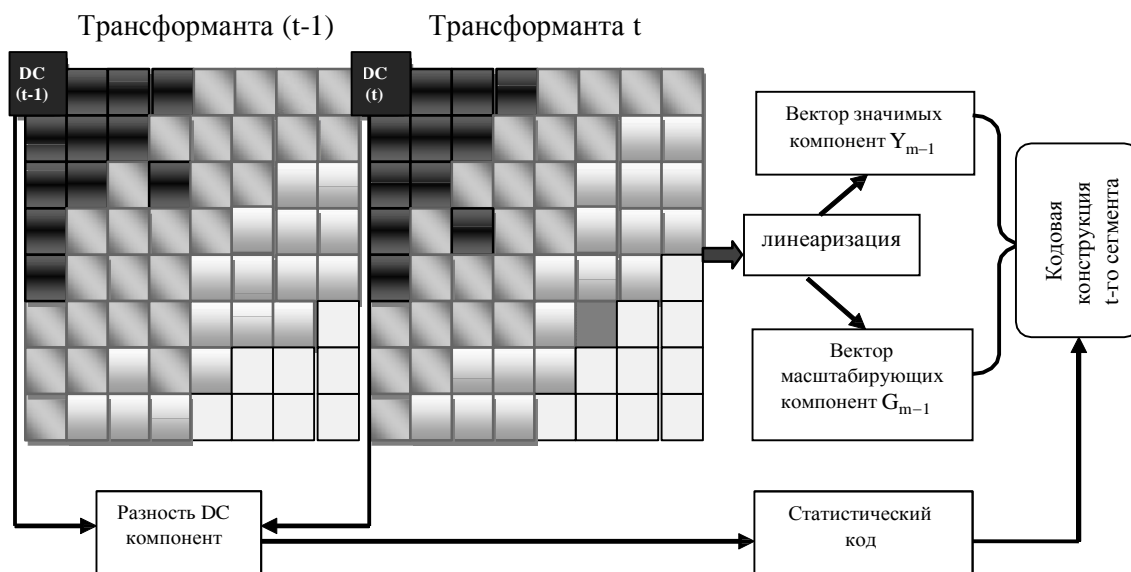


Рис. 2. Структурная схема предлагаемого метода обработки трансформанты

В процессе сжатия первая низкочастотная значимая компонента  $y_1$  в векторе компонент  $Y_m$  и остальные компоненты кодируются по-разному. Это позволяет: снизить динамический диапазон компонент вектора  $Y_{m-1}$ ; учесть закономерности для DC коэффициентов соседних трансформант, а именно, их корреляцию.

## 2. Кодирование низкочастотной компоненты трансформанты

Низкочастотная компонента кодируется отдельно от остальных значимых компонент. Она представляется в виде разности значений текущей компоненты DC(t) и компоненты DC(t-1) предыдущей соседней трансформанты, а именно:  $\Delta DC(t) = DC(t) - DC(t-1)$ , где  $\Delta DC(t)$  – значение разницы компонент DC(t) и DC(t-1); DC(t) – значение низкочастотной компоненты для текущей t-й трансформанты; DC(t-1) – значение компоненты для предыдущей (t-1)-й трансформанты. Это позволяет для кодирования значений DC компонент использовать меньшее число бит.

Поскольку при переходе от одной трансформанты к следующей низкочастотная компонента изменяется незначительно, то разрядность разности между соседними компонентами DC будет меньше разрядности исходных компонент DC, т.е.  $\Delta DC(t) < DC(t)$ . Следовательно,  $l(\Delta DC(t)) < l(DC(t))$ , где  $l(\Delta DC(t))$  – длина двоичного представления разности  $\Delta DC(t)$  соседних компонент;  $l(DC(t))$  – длина двоичного представления исходных DC(t) компонент. Низкочастотные компоненты DC кодируются двумя частями (рис.3), что задаётся следующей формулой:  $[\Delta DC(t)]_2 = [l_i]_2 \cup [d_i]_2$ , где  $[\Delta DC(t)]_2$  – двоичная запись значения разности  $\Delta DC(t)$  компоненты;  $[l_i]_2$  – двоичная запись основного кода;  $[d_i]_2$  – двоичная запись дополнительного кода.

Основной код – это статистический код длиной равной  $l_i$  бит, обладающий свойством префиксности, записанный в двоичном виде  $[l_i]_2$ . Основной код  $[l_i]_2$  и его длина  $l_i$  строятся за два этапа.

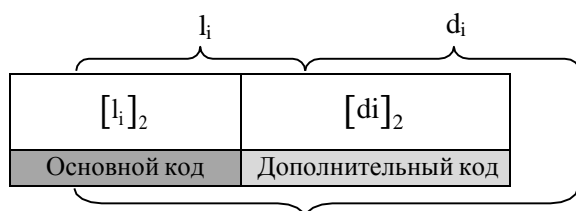


Рис. 3. Структура кода низкочастотной компоненты

Первый этап. Определяется категория  $i$ , соответствующая диапазону значения разности  $\Delta DC(t)$ . Для этого используется табл.1.

Таблица 1  
Категории кодирования коэффициентов

Диапазон значений компонент DC		Коды разрядности (категория) для разности компонент DC
Отрицательный диапазон	Положительный диапазон	$\overline{i = 0,16}$
$-2^i + 1, \dots, -2^{i-1}$	$2^{i-1}, \dots, 2^i - 1$	$i$

В табл.1 приняты следующие обозначения:  $-2^i + 1, \dots, -2^{i-1}$  – отрицательный диапазон значения компонент DC, соответствующий  $i$ -й категории;  $2^{i-1}, \dots, 2^i - 1$  – положительный диапазон значения компонент DC, соответствующий  $i$ -й категории;  $i$  – номер категории;  $\overline{i = 0,16}$  – значение категории от 0 до 16 бит.

Второй этап. На основе определения категории  $i$  с учетом данных табл. 2 осуществляется выбор соответствующего статистического кода  $[l_i]_2$ . Так как основной код  $[l_i]_2$  указывает только на порядок разности, то вводится дополнительный код  $[d_i]_2$ , уточняющий категорию до точного значения разности.

Таблица 2  
Стандартные коды для низкочастотных компонент

Категория кодирования коэффициентов DC	Двоичный код (основной код)	Длина дополнительного кода	Длина кода значения разности коэффициента $\Delta DC(t)$
$i$	$[l_i]_2$	$d_i$	$l(\Delta DC(t))$
0	010	0	3
1	011	1	4
2	100	2	5
3	00	3	5
4	101	4	7
5	110	5	8
6	1110	6	10
7	11110	7	12
8	111110	8	14
9	1111110	9	16
A	11111110	10	18
B	111111110	11	20

Дополнительный код  $[d_i]_2$  – это количество  $d_i$  дополнительных бит, которые формируются из младших разрядов значения разности  $\Delta DC(t)$ , записанных в двоичном виде. Если значение разности  $\Delta DC(t)$  находится в одном из диапазонов, то

$$\Delta DC(t) \in \overline{-2^i + 1, \dots, -2^{i-1}, 2^{i-1}, \dots, 2^i - 1}_f.$$

Первый случай, когда  $\Delta DC(t)$  находится в отрицательном диапазоне  $z = 1$ :

$$\Delta DC(t) \in \overline{-2^i + 1, \dots, -2^{i-1}}_f,$$

то от дополнительного кода  $[d_i]_2$  значения разности  $\Delta DC(t)$  необходимо отнять 1.



$$[d_i]_2 = [d_i]_2 - 1.$$

Второй случай, когда  $\Delta DC(t)$  находится в положительном диапазоне  $z = 0$ :  $\Delta DC(t) \in [2^{i-1}, \dots, 2^i - 1]$ ,  $z = 0$ . Тогда дополнительный код  $[d_i]_2$  остаётся без изменений, где  $z$  – знак разности низкочастотной компоненты;  $z = 1$  – отрицательный знак;  $z = 0$  – положительный знак;  $[d_i]_2 - 1$  – значение дополнительного кода в двоичном виде.

С учётом этого длина всего кода компоненты  $\Delta DC(t)$  определяется как:  $l(\Delta DC(t)) = l_i + d_i$ , где  $l_i$  – длина двоичного кода;  $d_i$  – длина дополнительного кода, определяемая из младших разрядов значения разности  $[\Delta DC(t)]_2$ .

Кодирование DC компоненты происходит отдельно от остальных значимых компонент, это позволяет снизить динамический диапазон вектора  $Y_{m-1}$  и учесть закономерности для DC коэффициентов соседних трансформант.

### 3. Описание значимых компонент трансформанты оценка их информативности

Отличительная особенность процесса устранения избыточности в компонентной структуре трансформанты состоит в учете: концентрации основной энергии исходного сигнала в низкочастотных компонентах, (и наоборот, информация о мелких деталях формируется в высокочастотных компонентах трансформанты дискретного косинусного преобразования, значения которых зачастую близки к нулю); наличия компонент трансформанты с нулевыми значениями. Для такого варианта трансформанта из двумерной растягивается по диагональному зигзагу в одномерную структуру. После этого формируется совокупность пар  $\{y_\alpha, l_\alpha\}$ , где  $y_\alpha, l_\alpha$  – соответственно значение  $\alpha$ -й значимой компоненты развернутой трансформанты и количество компонент, имеющих одинаковое значение. После  $n^2$  компонент трансформанты заменяются  $m$  парами  $\{y_\alpha, l_\alpha\}$ , где  $\alpha = \overline{1, m}$ . В результате выявления значимых компонент трансформант создается возможность для устранения структурной избыточности.

Для трансформант в рамках их описания на основе структурного подхода последовательности  $Y_m$  значимых компонент присущи следующие закономерности:

1) соседние компоненты  $Y_\xi$  и  $Y_{\xi+1}$  (где  $\xi = \overline{1, m}$ ) имеют различные значения, т.е.

$$Y_\xi \neq Y_{\xi+1}, \quad \xi = \overline{1, m}; \quad (1)$$

2) если рассмотреть вектор  $Y_{m-1}$ , полученный в результате исключения из вектора  $Y_m$  низкочастотной компоненты  $y_1$ , то для значимых компонент будет выполняться закономерность относительно ограниченного динамического диапазона, т.е.

$$Y_{\min} \leq Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_m \leq Y_{\max}. \quad (2)$$

Здесь разница между величиной верхнего уровня  $y_{\max}$  и величиной нижнего уровня  $y_{\min}$  диапазона величин  $y_j$  на интервале  $2 \leq j \leq m$  будет меньше, чем динамический диапазон для вектора  $Y_m$ .

Вектор  $Y_{m-1}$ , для компонент которого выполняются условия  $y_2 \leq w(y)_2 = y_{\max} - y_{\min} + 1$ ;  $y_j \leq w(y)_j = y_{\max} - y_{\min}$ ,  $j = \overline{3, m}$ , так, что в общем случае  $w(y)_j \neq w(y)_v$ ,  $j \neq v$  и  $j, v = \overline{2, m}$ , называется позиционным числом с неравными соседними элементами (ПЧНСЭ) и с системой оснований  $W(y) = \{w(y)_j\}$ . Для такого подхода относительно представления последовательности значимых компонент оценка информативности сводится к определению количества допустимых ПЧНСЭ. В общем случае для позиционной системы со смешанными основаниями количество допустимых чисел равно  $\prod_{j=2}^m w(y)_j$ . Следовательно, с учетом

соотношений для величин оснований  $w(y)_j$  получим следующее выражения для определения количества  $V_m^{(y)}$  допустимых ПЧНСЭ:  $V_m^{(y)} = \prod_{j=2}^m w(y)_j = (y_{\max} - y_{\min} + 1)(w(y)_j)^{m-2}$ .

Данное выражение учитывает: неизменность оснований для элементов вектора  $Y_{m-1}$ ; неравенство соседних компонент вектора  $Y_{m-1}$ . Максимальное количество  $D_{m-1}^{(y)}$  разрядов, затрачиваемое на представление вектора  $Y_{m-1}$  значимых компонент трансформанты, вычисляется по формуле

$$D_{m-1}^{(y)} = [\log_2 V_m^{(y)}] + 1 = [\log_2 (y_{\max} - y_{\min} + 1) w(y)^{m-2}] + 1 = \\ = [\log_2 (y_{\max} - y_{\min} + 1) + (m - 2)\log_2 w(y)] + 1,$$

где  $y_{\min}$  и  $y_{\max}$  – величина нижнего и верхнего уровня динамического диапазона;  $w(y)^{m-2}$  – динамический диапазон;  $m - 2$  – длина числа.

Отсюда среднее количество  $D_{m-1}^{(y)}$  двоичных разрядов, приходящееся на один элемент вектора  $Y_{m-1}$ , будет равно  $\bar{D}_{m-1}^{(y)} = \frac{[\log_2 (y_{\max} - y_{\min} + 1) + (m - 2)\log_2 w(y)] + 1}{m - 1}$ . Тогда ми-

нимальное количество  $\bar{S}_{\min}^{(y)}$  избыточности в случае представления компоненты трансформанты как отдельной величины относительно ее представления как элемента вектора  $Y_{m-1}$ , т.е. как элемента позиционного числа с неравными соседними элементами оценивается на основе выражения

$$\bar{S}_{\min}^{(y)} = \frac{8 - \bar{D}_{m-1}^{(y)}}{8} \times 100\% = (1 - [\frac{\log_2 (y_{\max} - y_{\min} + 1)}{8(m-1)} + \frac{\log_2 w(h)}{8(m-1)}])100\%.$$

Поскольку выполняется неравенство  $\log_2 (y_{\max} - y_{\min}) \leq 8$ , то минимальное количество избыточности  $\bar{S}_{\min}^{(y)}$  будет отличным от нулевого уровня, т.е.  $\bar{S}_{\min}^{(y)} > 0\%$  [4].

Значит, можно заключить, что в результате представления вектора значимых компонент позиционным числом с неравными соседними элементами достигается сокращение избыточности относительно случая обработки отдельных компонент. Снижение избыточности достигается в результате учета структурно-комбинаторных закономерностей в векторе значимых компонент трансформанты, которые проявляются в том, что: для вектора  $Y_{m-1}$  проявляется ограниченность динамического диапазона как снизу, так и сверху (условие (2)); выполняется ограничение на неравенство между соседними компонентами (условие (1)).

#### 4. Позиционное кодирование значимых компонент трансформанты с неравными соседними элементами

По определению *позиционное число с неравными соседними элементами* образуется на основе вектора значимых компонент трансформанты.

Формирование кодового описания предлагается осуществлять на базе построения кодовых конструкций для позиционных чисел. Вывод выражения для кодирования ПЧНСЭ осуществляется в два этапа:

- 1) первый этап заключается в определении значения кода вектора с учетом ограниченности динамического диапазона трансформанты (исключая низкочастотную компоненту);
- 2) на втором этапе выводятся выражения для получения кода позиционного числа с учетом ограничения на равенство соседних компонент вектора  $Y_{m-1}$ .

Здесь  $\Delta V(y)_j$  определяется как количество допустимых последовательностей, предшествующих вектору  $\Delta Y(m - j)$ . Величина  $\Delta V(y)_j$  вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta V(y)_j = \begin{cases} \blacklozenge y_j (w(y)-1)^{(m-j-1)} - \Delta V(y'_j = y_{j-1}), \\ \blacklozenge \rightarrow y_{j-1} < y_j; \\ \blacklozenge y_j (w(y)-1)^{(m-j-1)}, \\ \blacklozenge \rightarrow y_{j-1} > y_j, \end{cases}$$

где  $y_j (w(y)-1)^{(m-j-1)}$  - суммарное количество последовательностей (длиной, равной  $\lambda_j$ ), для всех элементов которых, кроме  $j$ -го, выполняются ограничения на динамический диапазон и на неравенство соседних элементов;  $\Delta V(y'_j = y_{j-1})$  определяет количество запрещенных последовательностей, составленных из  $\lambda_j$  элементов, предшествующих кодируемой последовательности  $\Delta Y(m-j)$ .

Введем вспомогательную величину  $\mu_j$ , равную

$$\mu_j = \begin{cases} \blacklozenge y_j, & \rightarrow y_j < y_{j-1}; \\ \blacklozenge y_{j-1}, & \rightarrow y_j > y_{j-1}. \end{cases} \quad (3)$$

В результате этого соотношения для кода  $E(y)_u$  вектора значимых компонент трансформанты примет вид

$$E(y)_u = \sum_{j=2}^m \mu_j (w(y)-1)^{(m-j-1)}. \quad (4)$$

По условию кодирования значимых компонент для второй компоненты должно выполняться два условия: на значения компонент, предшествующих элементу  $y_2$ , не накладываются ограничения относительно нулевого элемента, т.е. не должно выполняться неравенство  $y_{j-1} < y_j$ ; обеспечивается выполнение неравенства  $y'_0 = w(y) > y_2$ . Поэтому для компоненты  $y_2$  в качестве предшествующей  $y'_0$  выбирается значение  $w(y)$ , равное динамическому диапазону вектора  $Y_{m-1}$ , т.е.

$$y'_0 = w(y). \quad (5)$$

Таким образом, соотношения (3) – (5) позволяют определить кодовое значение для вектора значимых компонент трансформанты (исключая низкочастотную компоненту), представляющее собой позиционное число с неравными соседними элементами.

В этом случае в результате исключения последовательностей, содержащих равные соседние компоненты, устраняется структурная избыточность без внесения искажений. При этом устранение избыточности обеспечивается даже в тех случаях, когда динамический диапазон высокочастотных компонент трансформанты стремится к динамическому диапазону низкочастотной компоненты, т.е.  $y_j \rightarrow y_1$ .

### Заключение

1. Обоснован подход для построения технологии компрессии изображений с использованием предварительного трансформирования, базирующийся на:

1) формировании двух составляющих трансформанты, а именно: вектора значимых компонент и вектора масштабирующих составляющих. Это позволяет: адаптироваться к структуре трансформанты, учитывая различную концентрацию высокочастотных компонент в сегменте изображения и различный уровень фактора квантизации; выявлять дополнительные структурные закономерности в трансформантах сегментированного изображения;

2) кодировании низкочастотной компоненты трансформанты как статистический код в дифференциальном пространстве. Это позволяет: устранить статистическую избыточность, обусловленную коррелированностью соседних сегментов; устранить энтропийную избыточность, вызванную наличием неравномерности распределения низкочастотных компонент; распараллелить кодирование; снизить динамический диапазон в векторе  $Y_m$ ;

3) описании вектора значимых компонент трансформанты в виде элементов позиционных чисел с неравными соседними элементами. Это позволяет адаптироваться к свойствам линеаризированных трансформант благодаря учету: неравенства значений соседних компонент; ограниченности динамического диапазона компонент трансформанты.

2. Сжатие фрагментов изображений достигается в результате:

1) исключения статистической избыточности, обусловленной учетом интегрированных корреляционных зависимостей;

2) снижения психовизуальной избыточности за счет проведения нелинейной квантизации трансформанты;

3) сокращения структурной избыточности, обусловленной: выявлением масштабирующих составляющих трансформанты; выявлением закономерностей для вектора значимых компонент, а именно: исключения избыточного количества позиционных чисел, которые содержат равные соседние элементы; учета ограниченности и неравномерности динамических диапазонов элементов.

**Список литературы:** 1. *Gonzales R.C. Digital image processing / R.C. Gonzales, R.E. Woods. Prentice Inc. Upper Saddle River, New Jersey 2002. 779 p.* 2. *Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. М.: Изд-во Триумф, 2003. 336 с.* 3. *Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука. М.: Техносфера, 2004. 368с.* 4. *Баранник В.В. Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей / В.В. Баранник, Н.К. Гулак, Н.А. Королева / Радіоелектронні і комп'ютерні системи. Х.: ХНАУ "ХАІ", 2009. Вип. 1. С. 55–61.*

*Поступила в редколлегию 25.01.2013*

**Баранник Владимир Викторович**, д-р техн. наук, профессор, начальник кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. Научные интересы: кодирование и защита информации для передачи в телекоммуникационных системах. E-mail: barannik\_v\_v@mail.ru.

**Кривонос Владимир Николаевич**, инженер Харьковского университета Воздушных Сил. Научные интересы: кодирование и защита информации для передачи в телекоммуникационных системах. E-mail: k.v.n-26@mail.ru.

**Хаханова Анна Владимировна**, канд. техн. наук, доц. кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: сжатие и восстановление двоичных данных. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326. E-mail: anna\_hahan@mail.ru.

## АННОТАЦИИ

УДК 629.391

*В.В. БАРАННИК, В.Н. КРИВОНОС, А.В. ХАХАНОВА*

### **МЕТОД КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ЗНАЧИМЫХ КОМПОНЕНТ ТРАНСФОРМАНТ**

Обосновывается модель описания значимых компонент на основе позиционных чисел с неравными соседними элементами. Излагаются базовые этапы позиционного кодирования для сокращения суммарных затрат на представление значимых компонент. Описывается кодирование низкочастотной компоненты с применением статистического кода. Доказывается возможность дополнительного увеличения степени сжатия видеоданных за счет сокращения структурной избыточности в векторах значимых компонент трансформант. Ключевые слова: трансформанта, значимые компоненты, динамический диапазон, компонента, сжатие.

## ABSTRACTS

UDC 629.391

**Method of compact representation of a vector of significant components of transforms /** V.V.Barannik, V.M. Krivonos , A.V. Hahanova // Management Information System and Devices. 2013. N 162. P.40-47.

Substantiates the description model significant component on the basis of of positional numbers with unequal adjacent elements. Sets out the basic steps of the positional encoding to reduce the total cost of representation of significant components. Is described coding of the low-frequency components using a statistical cola. Proves the possibility of an additional increase degree of compression of video data through the reduction structural overcapacity in the vectors significant component transforms.

Tab. 2. Fig. 3. Ref.: 4 items.

## РЕФЕРАТИ

УДК 629.391

**Метод компактного представлення вектора значущих компонент трансформант // В.В. Бараннік, В.М. Кривонос, Г.В. Хаханова // АСУ та прилади автоматики. 2013. Вип. 162. С.40-47.**

Обґрунтована модель опису значущих компонент на основі позиційних чисел з нерівними сусідніми елементами. Викладені базові етапи позиційного кодування для скорочення сумарних витрат на представлення значущих компонент. Описано кодування низькочастотної компоненти із застосуванням статистичного кола. Доведена можливість додаткового збільшення ступеня стиснення відеоданих за рахунок скорочення структурної надлишковості у векторах значущих компонент трансформант.

Табл. 2. Іл. 3. Бібліогр.: 4 назви.