

УДК 621.327:681.5

С.А. Сидченко

Харьковский университет Воздушных Сил имени И. Кожедуба, Харьков

## СПОСОБ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ СТОЙКИХ К ДЕШИФРИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ПЛАВАЮЩЕЙ СХЕМЫ КОДИРОВАНИЯ

Разработан метод представления изображений стойких к дешифрированию на основе плавающей схемы кодирования. Он обеспечивает: исключение избыточности одновременно без внесения погрешности; уменьшение количества незначимых элементов (незначимых нулевых бит) в начале каждой битовой последовательности кодов-номеров; формирование кодограмм равномерной длины на основе переменного (заранее неопределенного) количества элементов исходного изображения; дополнительное снижение исходного объема изображений от 10 %.

**Ключевые слова:** дешифрируемо-стойкое представление, представление изображений стойкое к дешифрированию, кодирование, сжатие изображений, полиадический код.

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ литературы.

По прогнозам исследований компании Cisco до 2013 года общий объем видео-трафика будет составлять порядка 92 % от глобального IP-трафика, который в свою очередь увеличится до пяти раз относительно 2008 года. В свою очередь развитие мультимедийных приложений и их внедрение в различные сферы деятельности человека послужило причиной к росту требований относительно времени получения изображений, качеству их восстановления и обеспечению требуемого уровня конфиденциальности передаваемой информации.

Поэтому, актуальной **научно-прикладной задачей** является сокращение времени на цифровую обработку и доставку изображений и повышение уровня защиты семантической информации, передаваемой на основе изображений.

Для решения этой научной задачи в работах [1 – 3] была предложена технология построения дешифрируемо-стойкого преобразования (ДШСП) изображений, предназначенная для скрытия семантического смысла изображения с учетом как статистических, так и структурных особенностей источника информации. Кроме того, в процессе предложенного подхода для построения ДШСП изображений происходит интеграция нескольких исходных битовых последовательностей в одну последовательность переменной длины.

Результаты частотного теста битовых последовательностей кодов-номеров (представленных в битовом виде) ДШСП с учетом незначимых элементов (незначимых нулевых бит в начале каждой битовой последовательности кодов-номеров) приведены на рис. 1 и 2.

На рис. 1 приведены диаграммы зависимости вероятности появления 1 и 0 в тестируемых последовательностях ДШСП ( $P(n_1)$  и  $P(n_0)$  соответ-

ственно) для разной степени насыщенности изображений с учетом незначимых элементов. На рис. 2 приведены диаграммы распределения среднего количества 1 и 0 ( $n_1$  и  $n_0$  соответственно) в битовом представлении кодов-номеров информационной части ДШСП для разной степени насыщенности изображений.

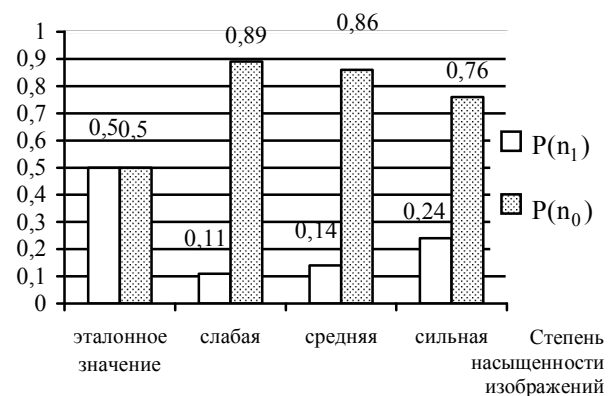


Рис. 1. Диаграмма значений величин  $P(n_1)$  и  $P(n_0)$  для разной степени насыщенности изображений

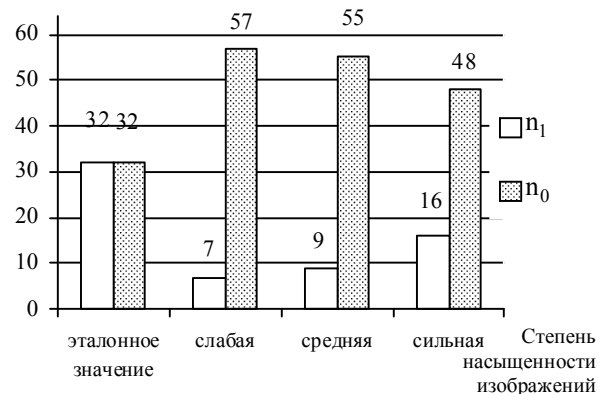


Рис. 2. Диаграмма значений величин  $n_1$  и  $n_0$  для разной степени насыщенности изображений

Из анализа диаграмм на рис. 1 и 2 видно, что количество нулевых бит в последовательностях превышает количество единичных бит. Количество нулевых бит преобладает над единичными битами в битовых последовательностях кодов-номеров средненасыщенных изображений в среднем на 72 % (рис. 3). При этом для средненасыщенных изображений количество 1 в каждой 64-битной подпоследовательности отличаться от количества 0 в среднем на 46 элементов, что превышает эталонное значение на 23 элемента.

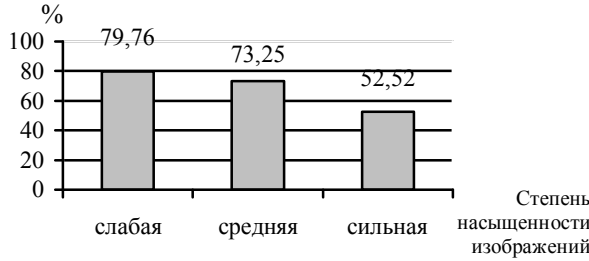


Рис. 3. Процент незначимых элементов в последовательностях кодов-номеров изображений

Можно предположить, что это связано с большим количеством незначимых нулевых элементов в битовых последовательностях информационной части ДСШП, что в свою очередь связано с малыми значениями кодов-номеров. Этот недостаток влияет, с одной стороны, на степень сжатия изображения (выходной объем ДСШП). С другой стороны, он влияет на выходные статистические характеристики дешифрируемо-стойкого представления и на уровень конфиденциальности в целом.

Поэтому для снижения количества незначимых элементов в последовательности кодов-номеров, представленных в битовом виде, предлагается формировать информационную часть последовательности на основе плавающей схемы полиадического кодирования. **Цель исследований** заключается в разработке метода кодирования изображений на основе плавающей схемы полиадического кодирования, обеспечивающего снижение количества незначимых нулевых элементов в начале каждого битового представления кода-номера.

### Основной материал

Процесс формирования информационной части дешифрируемо-стойкого представления основывается на рекуррентной схеме. При этом осуществляется последовательное образование двумерных полиадических чисел по столбцам и по строкам. Код-номер строится путем рекуррентного добавления очередного элемента полиадического числа.

Для исключения переполнения машинного слова перед каждым добавлением проводится проверка на переполнения машинного слова. Процесс

формирования кода-номера с учетом выдвинутых требований состоит из следующих основных этапов.

Первый этап – формирование кода-номера для отдельного столбца массива видеоданных:

$$N_{ij} = a_{ij}; \quad N_{ij} = N_{(i-1)j}g_{ij} + a_{ij},$$

где  $N_{kj}$ ,  $N_{k-1,j}$  –  $j$ -й код-номер для  $i$ -го и  $(i-1)$ -го элементов;  $g_{ij}$  – динамический диапазон элемента, которым является минимальное значение из двух динамических диапазонов строки  $g_i$  и  $g_j$  столбца, на пересечении которых он расположен, т.е.

$$g_{ij} = \min(g_i; g_j);$$

$$g_i = \max_{1 \leq j \leq n} \{a_{ij}\} + 1; \quad g_j = \max_{1 \leq i \leq m} \{a_{ij}\} + 1.$$

Величина  $V_{ij}$ , равная накопленному произведению оснований  $g_{ij}$  для  $i$  элементов, определяется по формуле

$$V_{ij} = \prod_{k=1}^i g_{kj}.$$

Тогда при добавлении к коду-номеру  $N_{(i-1)j}$  очередного элемента  $a_{ij}$  переполнения машинного слова не произойдет, если выполняется неравенство

$$V_{ij} \leq 2^M - 1,$$

где  $2^M - 1$  – наибольшее число, которое может храниться в машинном слове длиной  $M$  элементов.

Поскольку выполняется неравенство  $V_{ij} \geq N_{ij}$ .

Тогда  $N_{ij} \leq 2^M - 1$ .

Процесс формирования кода-номера  $N_{mj}$ , для  $j$ -го столбца массива заканчивается тогда, когда будет обработан последний элемент:

$$N_{mj} = N_{(m-1)j}g_{jm} + a_{jm} \text{ при } V_{mj} \leq 2^M - 1.$$

После получения всех кодов-номеров  $N_{mj}$ , для  $1 \leq j \leq n$  столбцов, образуется вектор кодов-номеров столбцов массивов видеоданных.

Второй этап вычисления кода-номера массива видеоданных – формирование кода-номера по столбцам. По аналогии с предыдущим этапом процесс формирования  $N^{(j,m)}$  – кода-номера по  $j$  столбцам задается следующими соотношениями:

$$N^{(1,m)} = N_{1m}; \quad N^{(j,m)} = N^{(j-1,m)}V_j^{(m)} + N_{mj},$$

где  $N^{(j,m)}$ ,  $N^{(j-1,m)}$  – коды-номера соответственно для  $j$  и  $(j-1)$  столбцов.

$$\text{В этом случае } V^{(j,m)} = \prod_{\gamma=1}^j \prod_{k=1}^m g_{\gamma k} = \prod_{\gamma=1}^j V_{\gamma}^{(m)}.$$

Выполняется неравенство

$$V^{(j,m)} \leq 2^M - 1.$$

Исключение переполнения разрядности машинного слова обеспечивается за счет выполнения неравенства

$$V^{(j,m)} \geq N^{(j,m)}.$$

Формирование кода-номера для массива видеоданных заканчивается тогда, когда будет получен код-номер  $N^{(n,m)}$  (обработаны все строки в пределах одного столбца), равный

$$N^{(n,m)} = N^{(n-1,m)} V_n^{(m)} + N_n^{(m)},$$

при  $V^{(n,m)} = \prod_{k=1}^n V_k^{(m)} \leq 2^M - 1.$

В результате применения данного метода количество нулевых незначимых битовых элементов в последовательности кодов-номеров будет составлять в среднем около 18 % (рис. 4), что меньше до 4-х разов относительно исходной схемы формирования информационной части ДШСП на основе простой полиадической схемы.

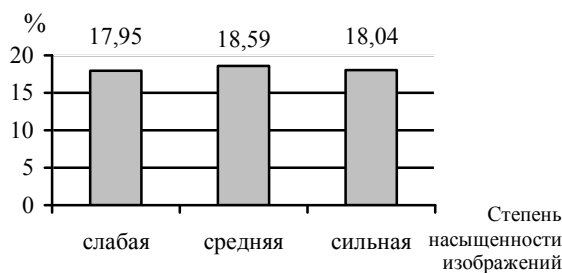


Рис. 4. Процент незначимых элементов в последовательностях, сформированных на основе плавающей схемы полиадического кодирования

## Выводы

Разработанный способ представления изображений стойких к дешифрированию на основе плавающей схемы кодирования обеспечивает:

- исключение избыточности одновременно без внесения погрешности;
- уменьшение количества незначимых элементов (незначимых нулевых бит) в начале каждой битовой последовательности кодов-номеров;
- формирование кодограмм равномерной длины на основе переменного (заранее неопределенного) количества элементов исходного изображения;
- дополнительное снижение исходного объема изображений от 10 %.

## Список литературы

1. Баранник В.В. Метод криптосемантического представления изображений на основе комбинированного подхода / В.В. Баранник, С.А. Сидченко, В.В. Ларин // Сучасна спеціальна техніка. – 2010. – №3 (22). – С. 33-38.
2. Баранник В.В. Метод дешифрируемо-стойкого представления изображений / В.В. Баранник, С.А. Сидченко, В.В. Ларин // Сучасна спеціальна техніка. – 2011. – №1 (24). – С. 24-29.
3. Баранник В.В. Методика статистического тестирования дешифрируемо-стойкого представления изображений / В.В. Баранник, С.А. Сидченко, В.В. Ларин // Сучасна спеціальна техніка. – 2011. – №2 (25). – С. 13-20.

Поступила в редколлегию 26.10.2011

**Рецензент:** д-р тех. наук, проф. В.В. Баранник, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## СПОСІБ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ СТІЙКИХ ДО ДЕШИФРУВАННЯ НА ОСНОВІ ПЛАВАЮЧОЇ СХЕМИ КОДУВАННЯ

С.О. Сідченко

Розроблено метод представлення зображень стійких до дешифрування на основі плаваючої схеми кодування. Він забезпечує: виключення надмірності одночасно без внесення погрешності; зменшення кількості незначущих елементів (незначущих нульових біт) на початку кожної бітової послідовності кодів-номерів; формування кодограм рівномірної довжини на основі змінної (заздалегідь невизначеної) кількості елементів вихідного зображення; додаткове зниження початкового обсягу зображень від 10 %.

**Ключові слова:** дешифровано-стійке представлення, представлення зображень стійке до дешифрування, кодування, стиснення зображень, поліадичний код.

## METHOD OF PRESENTATION OF IMAGES PROOF TO DECODING ON BASIS OF FLOATING CHART OF CODING

S.A. Sidchenko

The method of presentation of images is developed proof to decoding on the basis of floating chart of the coding. He provides: the exception of surplus is simultaneous without bringing of error; diminishing of amount of unmeaningful elements (unmeaningful zero bats) at the beginning of every bit sequence of codas-numbers; forming of codegrams of even length on the basis of variable (beforehand indefinite) amount of initial display elements; additional decline of initial volume of images from 10 %.

**Keywords:** decoded-proof presentation, presentation images proof to decoding, coding, compression images, poliadical code.