

УДК 629.391

В.В. БАРАННИК<sup>1</sup>, А.В. ХАХАНОВА<sup>2</sup><sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Украина<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

## МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВОИЧНЫХ ОДНОМЕРНЫХ ПЛАВАЮЩИХ СТРУКТУРНЫХ ЧИСЕЛ

Излагаются основные этапы метода восстановления двоичных данных без внесения погрешности в системах аэрокосмического мониторинга на основе одномерного плавающего структурного декодирования. Данный метод базируется на: 1) проведении разметки массивов данных по одномерным структурным числам. Для этого используется построенное правило определения допустимости двоичного элемента для текущего числа; 2) рекуррентном восстановлении двоичных элементов на основе информации о двух предыдущих восстановленных элементах. Такой подход позволяет вычислить весовой коэффициент восстанавливаемого элемента на основе весового коэффициента предыдущих элементов. Это обеспечивает снижение количества операций на обработку. Безпогрешностное восстановление двоичных данных достигается за счет взаимоднозначности одномерного плавающего структурного представления двоичных данных и использовании только целочисленных арифметических операций.

**Ключевые слова:** одномерное плавающее структурное число, рекуррентное декодирование, число серий единиц.

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ литературы.

В соответствии с национальными космическими программами Украины приоритетные направления совершенствования космической отрасли связаны с развитием систем аэрокосмического мониторинга. Одна из проблем состоит в необходимости своевременной обработки на борту космических аппаратов и передачи по каналам связи больших объемов данных [1, 2]. В тоже время тактико-технические возможности бортовой аппаратуры передачи и обработки ограничены. Это приводит к увеличению времени доведения информации. Одно из направлений решения данной проблемы заключается в уменьшении объемов данных за счет их компактного представления [2 – 4]. Однако, существующие методы сжатия двоичных данных не обеспечивают требуемого времени доведения. Это обусловлено большими временными затратами на обработку и низкими значениями степени сжатия. Поэтому дальнейшее развитие методов сжатия и восстановления информации является **актуальным направлением научно-прикладных исследований**.

Одним из эффективных методов сжатия без потери информации является метод одномерного структурного плавающего кодирования [4]. Однако, для обеспечения достоверного и своевременного получения данных на приемной стороне необходимо организовать процесс их восстановления на ос-

нове сжатого представления. Поэтому **цель статьи** состоит в создании метода восстановления двоичных данных на основе структурного одномерного декодирования.

### 1. Основной материал

Для взаимоднозначного восстановления данных требуется использовать служебную информацию. В данном случае служебной информацией являются последовательности структурных признаков – число  $\eta$  серий единиц, выявленных для матриц знаков.

Разработка одномерного плавающего структурного декодирования. Процесс декодирования сводится к восстановлению элементов  $g_{k\ell}$  двоичных матриц по значению кода  $C_v$ , числу серий единиц  $\eta$  и длине ОПСЧ  $v$ . Декодирование осуществляется на основе следующих этапов:

Первый этап. Формирование ОПСЧ, для двоичных массивов  $G$ . Для этого требуется определить необходимую и достаточную дополнительную информацию, которая позволит определить количество элементов  $v$  в ОПСЧ на основе известной информации. Известными служебными данными являются значение числа серий единиц  $\eta$  и длина кодограммы  $M$ . Величина  $v$  вычисляется на основе неравенств:

- если для  $(v+1)$  происходит  $\eta = \text{const}$ , то

$$V_{v,\eta} (v+2) / (v+2-2\eta) \leq 2^M - 1;$$

- если для  $(v+1)$  происходит  $(\eta+1)$ , то

$$V_{v,\eta} \frac{(v+2)(v+1-2\eta)}{(2\eta+1)(2\eta+2)} \leq 2^M - 1,$$

задающих функцию блокирования переполнения машинного слова. Отсюда для нахождения величины  $v$  на приемной стороне используется неравенство

$$V_{v,\eta} = \frac{(v+1)!}{(2\eta)!(v+1-2\eta)!} \leq 2^M - 1. \quad (1)$$

Исходя из неравенства (1) дополнительной информацией может быть сама величина  $v$ . В тоже время на основе неравенства  $V_{v,\eta_{\text{ср}}} < 2^v$  следует, что выполняется условие

$$V_{M,\eta} = \frac{(M+1)!}{(2\eta)!(M+1-2\eta)!} \leq 2^M - 1. \quad (2)$$

Тогда вместо дополнительной передачи величины  $v$  предлагается использовать величину  $\Delta v$ , равную разнице между количеством элементов  $v$  в ОПСЧ и количеством разрядов, отводимым на представление кодограммы  $M$ :

$$\Delta v = v - M. \quad (3)$$

В соответствии с выражением (3) определение величины  $v$  на основе известных значений величин  $M$  и  $\Delta v$  проводится по формуле

$$v = \Delta v + M. \quad (4)$$

Второй этап. По известным значениям величин  $v$ , кода-номера  $C_v$ , числу серий единиц  $\eta$  осуществляется восстановление элементов  $g_{\xi v}$  одномерного плавающего структурного числа. Для этого используется следующая система выражений:

$$g_{\xi v} = \text{sign}(1 + \text{sign}(c_{\xi-1,v} - \varphi_{\xi v})), \quad (5)$$

где  $c_{\xi v}$  – остаточное значение кода-номера  $C_v$ , полученное для подпоследовательности  $G(\xi+1)_v$ , состоящей из  $(v-\xi)$  двоичных элементов:  $G(\xi+1)_v = \{g_{\xi+1,v}, \dots, g_{v,v}\}$ ;

$\varphi_{\xi v}$  – весовой коэффициент элемента  $g_{\xi v}$ , равный количеству двоичных подпоследовательностей  $G(\xi)_v$ , у которых  $\xi$ -й элемент равен нулю, т.е.  $g_{\xi v} = 0$ .

Значение величины  $c_{\xi v}$  на основе известного значения  $c_{\xi-1,v}$  на предыдущем шаге определяется по формуле

$$c_{\xi v} = c_{\xi-1,v} - g_{\xi v} \varphi_{\xi v}; \quad c_{0,v} = C_v, \quad (6)$$

где  $c_{0,v}$  – начальные значения остаточных кодовых номеров.

Значение весового коэффициента  $\varphi_{\xi v}$  находится по рекуррентной формуле на основе известного коэффициента  $\varphi_{\xi-1,v}$ . При этом анализируются значения восстановленных элементов на двух предыдущих шагах обработки:

– если  $g_{\xi-2,v} = 1$ , а  $g_{\xi-1,v} = 0$ , а также если

$$|g_{\xi-2,v} - g_{\xi-1,v}| = 0 \text{ и } (g_{\xi-2,v} - g_{\xi-1,v}) = 0, \text{ то}$$

$$\varphi_{\xi v} = \varphi_{\xi-1,v} (v - \xi + 1 - t_{\xi-1,v} + 1) / (v - \xi + 2); \quad (7)$$

– если  $g_{\xi-2,v} = 0$ , а  $g_{\xi-1,v} = 1$ , то

$$\varphi_{\xi v} = \varphi_{\xi-1,v} \times$$

$$\times \prod_{\gamma=1}^2 (t_{\xi-1,v} + \gamma) / (v - \xi + 1 - t_{\xi-1,v})(v - \xi + 2). \quad (8)$$

Соотношения (7) и (8) позволяют определять величину  $\varphi_{\xi v}$  на основе восстановленных элементов  $g_{\xi-2,v}$  и  $g_{\xi-1,v}$  и известного значения рекуррентного параметра  $t_{\xi-1,v}$ :

$$t_{\xi,v} = t_{\xi-1,v} - |g_{\xi-1,v} - g_{\xi,v}| + (g_{\xi-1,v} - g_{\xi,v}). \quad (9)$$

Начальное значение величины  $t_{\xi-1,v}$  равно  $t_{0,v} = 2\eta$ .

Первый и второй этапы повторяются до тех пор, пока не будет восстановлен элемент матрицы знаков с координатами  $(n; n)$ . После получения на приемной стороне служебной информации организуется восстановление компонент трансформант ДПУ.

Таким образом:

1. Обоснована необходимая служебная информация, которая требуется для взаимоднозначного восстановления двоичных данных.

2. Построено рекуррентное восстановление элементов двоичных массивов, основанное на одномерном плавающем структурном декодировании двоичных последовательностей. Данное декодирование отличается от других подходов тем, что: декодирование проводится для кодовых конструкций, сформированных для переменного количества двоичных элементов; весовые коэффициенты находятся по рекуррентным выражениям на основе известных значений двух предшествующих восстановленных элементов и весового коэффициента предшествующего элемента.

## Заключение

Разработан метода восстановления двоичных данных без внесения погрешности в системах аэрокосмического мониторинга на основе одномерного плавающего структурного декодирования. Данный метод базируется на:

1) проведении разметки массивов данных по одномерным структурным числам. Для этого используется построенное правило определения допустимости двоичного элемента для текущего числа;

2) рекуррентном восстановлении двоичных элементов на основе информации о двух предыдущих восстановленных элементов.

Такой подход позволяет вычислить весовой коэффициент восстанавливаемого элемента на основе весового коэффициента предыдущих элементов. Это обеспечивает снижение количества операций на обработку.

## Литература

1. Ватолин В.И. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. / В.И. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.

2. Королев А.В. Оценка количества информации изображения по числу серий одинаковых элементов / А.В. Королев, В.В. Баранник // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2002. – Вып. 2 (18). – С. 43-46.

3. Баранник В.В. Рекуррентное двухпризнаковое двоичное полиадическое кодирование / В.В. Баранник, А.К. Юдин // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: НАУ «ХАИ». – 2006. – Вып. 33. – С. 22-28.

4. Баранник В.В. Усеченное представление двоичных данных с ограниченным числом серий в полиадическом пространстве / В.В. Баранник, А.К. Юдин // Авиационно-космическая техника и технология. – 2006. – № 2. – С. 87-92.

Поступила в редакцию 13.05.2008

**Рецензент:** д-р тех. наук, проф. О.Е. Федорович, Национальный аэрокосмический университет "ХАИ" им. Н.Е. Жуковского, Харьков.

## МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ ДВІЙКОВИХ ОДНОВІМІРНИХ ПЛАВАЮЧИХ СТРУКТУРНИХ ЧИСЕЛ

*В.В. Бараннік, Г.В. Хаханова*

Висловлюються основні етапи методу відновлення двійкових даних без внесення погрешності в системах аерокосмічного моніторингу на основі одновимірного плаваючого структурного декодування. Даний метод базується на: 1) проведенні розмітки масивів даних по одновимірним структурним числам. Для цього використовується побудоване правило визначення допустимості двійкового елементу для поточного числа; 2) рекуррентному відновленні двійкових елементів на основі інформації про два попередніх відновлених елементів. Такий підхід дозволяє обчислити ваговий коефіцієнт відновлюваного елементу на основі вагового коефіцієнта попередніх елементів. Це забезпечує зниження кількості операцій на обробку. Без помилок відновлення двійкових даних досягається за рахунок взаємної однозначності одновимірного плаваючого структурного представлення двійкових даних і використання тільки цілочисельних арифметичних операцій.

**Ключові слова:** одновимірне плаваюче структурне число, рекуррентне декодування, число серий одиниць.

## METHOD OF RENEWAL BINARY ONE MEASURING OF FLOATING STRUCTURAL NUMBERS

*V.V. Barannik, A.V. Hahanova*

The basic stages of method of renewal of binary information are expounded without bringing of error in the systems of the aerospace monitoring on basis one measuring of the floating structural decoding. This method is based on: 1) lead through of ramekin of arrays of data for one measuring structural numbers. For this purpose the built rule is utilized determination of admission of binary element for a current number; 2) recurrent renewal of binary elements on the basis of information about two previous recovered elements. Such approach allows to calculate the gravimetric coefficient of refurbishable element on the basis of gravimetric coefficient of previous elements. It provides the decline of amount of operations on treatment. Without an error renewal of binary information is arrived at due to a mutual unambiguity one measuring of floating structural presentation of binary information and the use only of integer arithmetic operations.

**Key words:** one measuring is a floating structural number, recurrent decoding, number of carouses of units.

**Баранник Владимир Викторович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Харьковского университета Воздушных Сил, Харьков, Украина.

**Хаханова Анна Владимировна** преподаватель Харьковского национального университета радиоэлектроники, Харьков, Украина.