

УДК 629.391

Ю.В. Стасев, В.В. Баранник, Е.А. Бридня

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба*

### **МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ ДАННЫХ АПЕРТУРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Обосновывается, что для сохранения заданной степени достоверности важную роль имеет безпогрешностное получение служебных данных. Излагаются основные этапы разработки метода восстановления служебных данных на основе разностного декодирования.*

*служебные данные, разностное представление*

#### **Введение**

Эффективность системы управления зависит от возможности обеспечить доведение достоверной информации в заданные временные сроки. Для этого одним из направлений является использование под-

систем сжатия видеоданных [1, 2]. В этом случае для сохранения заданной степени достоверности требуется организовывать сжатие и восстановление данных на основе взаимоднозначных преобразований с целочисленными данными. При этом важную и *актуальную* роль в обеспечении безпогрешностно-

го восстановления имеет процесс получения служебной информации. Это обусловлено тем, что служебные данные несут в себе информацию о границах кодовых комбинаций и об особенностях их формирования. Искажения, появляющиеся в процессе восстановления служебных данных приводят к наибольшим потерям информации. В работе [3] изложены основные этапы компактного представления служебных данных на основе разностного полиадического кодирования. Поэтому **цель статьи** заключается в разработке метода восстановления служебных данных без внесения погрешности.

### Разработка метода восстановления служебных данных на основе разностного полиадического декодирования

Поскольку для компактного представления служебной информации использовалось разностное полиадическое представление, то процесс восстановления служебной информации осуществляется на основе выполнения следующих этапов.

Первый этап связан с получением информации о массивах  $D(\ell)$  и  $D(h)$ :

$$D(\ell) = \{d(\ell)_{\xi\gamma}\}; D(h) = \{d(h)_{\xi\gamma}\},$$

$$\xi = \overline{1, v_{\text{сдах}}}, \gamma = \overline{1, v_{\text{сдах}}},$$

состоящих из значений ограничений на динамический диапазон соответственно длин апертур  $d(\ell)_{\xi\gamma}$  и цветовых координат  $d(h)_{\xi\gamma}$  характеристик. Для их получения используются системы выражений:

$$d(\ell)_{\xi\gamma} = \left[ \frac{R(d(\ell))_{\phi}}{\omega(\ell)_{\xi\gamma}} \right] -$$

$$- \left[ \frac{R(d(\ell))_{\phi}}{\omega(\ell)_{\xi\gamma} s(d(\ell))_{\xi\gamma}} \right] s(d(\ell))_{\xi\gamma} + \mu(d(\ell)); \quad (1)$$

$$d(h)_{\xi\gamma} = \left[ \frac{R(d(h))_{\phi}}{\omega(h)_{\xi\gamma}} \right] -$$

$$- \left[ \frac{R(d(h))_{\phi}}{\omega(h)_{\xi\gamma} s(d(h))_{\xi\gamma}} \right] s(d(h))_{\xi\gamma} + \mu(d(h)); \quad (2)$$

для  $\xi = \overline{1, v_{\text{сдах}}}; \gamma = \overline{1, v_{\text{сдах}}}$ , где  $R(d(\ell))_{\phi}$ ,  $R(d(h))_{\phi}$  – значения кодов соответственно для массивов  $\Delta D(\ell)$  и  $\Delta D(h)$ , составленных из значений  $\Delta d(\ell)_{\xi\gamma}$  и  $\Delta d(h)_{\xi\gamma}$ , равных разности между значениями ограничений на динамический диапазон  $d(\ell)_{\xi\gamma}$  элементов массивов длин апертур,  $d(h)_{\xi\gamma}$  элементов массивов цветовых координат апертур и величинами  $\mu(d(\ell))$ ,  $\mu(d(h))$ :

$$\Delta d(\ell)_{\xi\gamma} = d(\ell)_{\xi\gamma} - \mu(d(\ell));$$

$$\Delta d(h)_{\xi\gamma} = d(h)_{\xi\gamma} - \mu(d(h));$$

$\mu(d(\ell))$ ,  $\mu(d(h))$  – значения минимальных величин соответственно массивов  $D(\ell)$  и  $D(h)$ :

$$d(\ell)_{\xi\gamma} \geq \mu(d(\ell)); d(h)_{\xi\gamma} \geq \mu(d(h)) \text{ для } \xi = \overline{1, v_{\text{сдах}}},$$

$$\gamma = \overline{1, v_{\text{сдах}}};$$

$s(d(\ell))_{\xi\gamma}$ ,  $s(d(h))_{\xi\gamma}$  – значения ограничений на динамический диапазон  $\xi, \gamma$ -х элементов соответственно массивов  $\Delta D(\ell)$  и  $\Delta D(h)$ :

$$\Delta d(\ell)_{\xi\gamma} \leq s(d(\ell))_{\xi\gamma} - 1;$$

$$\Delta d(h)_{\xi\gamma} \leq s(d(h))_{\xi\gamma} - 1$$

для  $\xi = \overline{1, v_{\text{сдах}}}, \gamma = \overline{1, v_{\text{сдах}}}$ ;

$$s(d(\ell))_{\xi\gamma} = \lambda(d(\ell))_{\xi\gamma} - \mu(d(\ell));$$

$$s(d(h))_{\xi\gamma} = \lambda(d(h))_{\xi\gamma} - \mu(d(h));$$

$\lambda(d(\ell))_{\xi\gamma}$ ,  $\lambda(d(h))_{\xi\gamma}$  – значения ограничений на динамический диапазон  $\xi, \gamma$ -х элементов соответственно массивов  $D(\ell)$  и  $D(h)$ :

$$d(\ell)_{\xi\gamma} \leq \lambda(d(\ell))_{\xi\gamma} - 1; d(h)_{\xi\gamma} \leq \lambda(d(h))_{\xi\gamma} - 1 \text{ для}$$

$$\xi = \overline{1, v_{\text{сдах}}}, \gamma = \overline{1, v_{\text{сдах}}};$$

$\omega(\ell)_{\xi\gamma}$ ,  $\omega(h)_{\xi\gamma}$  – весовые коэффициенты элементов  $d(\ell)_{\xi\gamma}$  и  $d(h)_{\xi\gamma}$ , равные соответственно значениям накопленных произведений величин  $s(d(\ell))_{\xi\gamma}$  и  $s(d(h))_{\xi\gamma}$ :

$$\omega(\ell)_{\xi\gamma} = \prod_{\zeta=\xi+1}^{v_{\text{сдах}}} s(d(\ell))_{\zeta\gamma} \prod_{k=\gamma+1}^{v_{\text{сдах}}} \prod_{\zeta=1}^{v_{\text{сдах}}} s(d(\ell))_{\xi k};$$

$$\omega(h)_{\xi\gamma} = \prod_{\zeta=\xi+1}^{v_{\text{сдах}}} s(d(h))_{\zeta\gamma} \prod_{k=\gamma+1}^{v_{\text{сдах}}} \prod_{\zeta=1}^{v_{\text{сдах}}} s(d(h))_{\xi k}.$$

Второй этап процесса восстановления заключается в получении массивов  $D(\mu(\ell)^{(2)})$  и  $D(\mu(h)^{(2)})$ :

$$D(\mu(\ell)^{(2)}) = \{\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)}\}; D(\mu(h)^{(2)}) = \{\mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)}\},$$

$$\xi = \overline{1, v_{\text{сд}}}, \gamma = \overline{1, v_{\text{сд}}},$$

составленных из минимальных значений ограничений на динамический диапазон для массивов апертурных характеристик верхнего изофотного уровня  $\mu(\ell)^{(2)}$  (для массива ограничений на динамический диапазон длин апертур верхнего изофотного уровня) и  $\mu(h)^{(2)}$  (для массива ограничений на динамический диапазон цветовых координат верхнего изофотного уровня):

$$\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} = \left[ \frac{R(\mu(\ell)^{(2)})_{\phi}}{\omega(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}} \right] -$$

$$- \left[ \frac{R(\mu(\ell)^{(2)})_{\phi}}{\omega(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}} \right] s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} + \mu(\mu(\ell)^{(2)}); \quad (3)$$

$$\mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} = \left[ \frac{R(\mu(h)^{(2)})_{\phi}}{\omega(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}} \right] - \left[ \frac{R(\mu(h)^{(2)})_{\phi}}{\omega(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}} \right] s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} + \mu(\mu(h)^{(2)})$$

для  $\xi = \overline{1, v_{сд}}, \gamma = \overline{1, v_{сд}}$ ,

где  $R(\mu(\ell)^{(2)})_{\phi}, R(\mu(h)^{(2)})_{\phi}$  – значения кодов соответственно для массивов  $\Delta D(\mu(\ell)^{(2)})$  и  $\Delta D(\mu(h)^{(2)})$ , составленных из значений  $\Delta \mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)}$  и  $\Delta d(h)_{\xi\gamma}$ , равных разности между с одной стороны значениями  $\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)}, \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)}$ , а с другой стороны – значениями величин  $\mu(\mu(\ell)^{(2)}), \mu(d(h))$ :

$$\Delta \mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} = \mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} - \mu(\mu(\ell)^{(2)});$$

$$\Delta \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} = \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} - \mu(\mu(h)^{(2)});$$

$\mu(\mu(\ell)^{(2)}), \mu(\mu(h)^{(2)})$  – значения минимальных величин соответственно массивов  $D(\mu(\ell)^{(2)})$  и  $D(\mu(h)^{(2)})$ :

$$\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} \geq \mu(\mu(\ell)^{(2)}); \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} \geq \mu(\mu(h)^{(2)}),$$

для  $\xi = \overline{1, v_{сд}}, \gamma = \overline{1, v_{сд}}$ ;

$s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}, s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}$  – значения ограничений на динамический диапазон  $\xi, \gamma$ -х элементов соответственно массивов  $\Delta D(\mu(\ell)^{(2)})$  и  $\Delta D(\mu(h)^{(2)})$ :

$$\Delta \mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} \leq s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} - 1; \Delta \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} \leq s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} - 1$$

для  $\xi = \overline{1, v_{сд}}, \gamma = \overline{1, v_{сд}}$ ;

$$s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} = \lambda(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} - \mu(\mu(\ell)^{(2)});$$

$$s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} = \lambda(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} - \mu(\mu(h)^{(2)});$$

$\lambda(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}, \lambda(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}$  – значения ограничений на динамический диапазон  $\xi, \gamma$ -х элементов соответственно массивов  $D(\mu(\ell)^{(2)})$  и  $D(\mu(h)^{(2)})$ :

$$\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)} \leq \lambda(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} - 1; \mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)} \leq \lambda(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} - 1,$$

для  $\xi = \overline{1, v_{сд}}, \gamma = \overline{1, v_{сд}}$ ;

$\omega(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}, \omega(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}$  – весовые коэффициенты элементов  $\mu(\ell)_{\xi\gamma}^{(2)}$  и  $\mu(h)_{\xi\gamma}^{(2)}$ , равные соответственно

значениям накопленных произведений величин  $s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma}$  и  $s(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma}$ :

$$\omega(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi\gamma} = \prod_{\zeta=\xi+1}^{v_{сд}} s(\mu(\ell)^{(2)})_{\zeta\gamma} \prod_{k=\gamma+1}^{v_{сд}} \prod_{\zeta=1}^{v_{сд}} s(\mu(\ell)^{(2)})_{\xi k};$$

$$\omega(\mu(h)^{(2)})_{\xi\gamma} = \prod_{\zeta=\xi+1}^{v_{сд}} s(\mu(h)^{(2)})_{\zeta\gamma} \prod_{k=\gamma+1}^{v_{сд}} \prod_{\zeta=1}^{v_{сд}} s(\mu(h)^{(2)})_{\xi k}.$$

В результате выполнения двух этапов, заданных соответственно выражениями (1), (2) и (3), (4) обеспечивается восстановление следующей служебной информации:

– значения ограничений на динамический диапазон соответственно длин апертур  $d(\ell)_{\xi\gamma}$  и цветовых координат  $d(h)_{\xi\gamma}$ ;

– минимальные значения  $\mu(\ell)^{(2)}$  для массива длин апертур верхнего изофотного уровня и минимальные значения  $\mu(h)^{(2)}$  для массива цветовых координат верхнего изофотного уровня.

### Заключение

Разработан метод восстановления служебных данных на основе разностного полиадического декодирования. Поскольку в процессе восстановления используются взаимоднозначные преобразования над целочисленными данными, то обеспечивается безпогрешностное получение такой служебной информации:

– значения ограничений на динамический диапазон соответственно длин апертур и цветовых координат;

– минимальные значения для массива длин апертур верхнего изофотного уровня и минимальные значения для массива цветовых координат верхнего изофотного уровня.

### Список литературы

1. Ватолин В.И., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Бондарев В.Н, Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Севастополь: СевГТУ, 1999. – 398 с.
3. Баранник В.В., Гуржий П.Н., Бридня Е.А. Разностное кодирование массивов служебных данных // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вип. 2(2). – С. 82-84.

Поступила в редакцию 2.06.2006

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.