

## КОНЦЕПЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА

*БАРАННИК В.В., РЯБУХА Ю.Н., ТУПИЦА И.М.,  
БАРАННИК В.В., ЖУЙКОВ Д.Б.*

Разрабатывается концепция внутренней реструктуризации данных по количественному признаку в целях повышения защиты данных информационного ресурса. Исследуется процесс кластеризации элементов сообщения во множестве. Анализируются преимущества применения внутренней реструктуризации данных по сравнению с методами внешней реструктуризации.

**Ключевые слова:** реструктуризация данных; кодирование; количественный признак; кластеризация; защита данных; encryption; cryptography.

**Key words:** data restructuring; coding; a quantitative sign; clustering; data protection.

### 1. Введение

На сегодняшний день существующие методы внешней реструктуризации данных, которые активно применяются в современных алгоритмах кодирования, имеют ряд существенных недостатков [1-10]. Так, методам реструктуризации данных, которые используются в алгоритме JPEG, присущи следующие недостатки [11-15]:

1) преобразование (трансформация) исходных данных требует дополнительных временных затрат, т.е. увеличивается время обработки данных. Например, применение дискретно-косинусного преобразования (прямого и соответственно обратного) требует дополнительных временных затрат, связанных с математической реализацией, и приводит к потере качества восстановленного изображения из-за применения квантования значений компонент трансформанты;

2) объединение (унификация) отдельных элементов в группы по общему признаку – групповое кодирование, на фоне сокращения временных затрат и повышения эффективности статистического кодирования с позиции сокращения длины на представление информации, снижает помехоустойчивость кодовой последовательности;

3) кодирование по динамическим диапазонам повышает помехоустойчивость кодовой последовательности, но за счет использования фиксированных кодовых таблиц снижает эффективность статистического кодирования, с позиции сокращения длины на представление информации. Длина кодовой последовательности зависит от степени насыщенности изображения. Так, для сильнонасыщенных изображений длина кодовой последовательности растет за счет роста значительного компонента трансформанты;

4) совместное использование нескольких вариантов внешней реструктуризации данных, например, кодирования по диапазонам и группового кодирования, позволяет повысить эффективность статистического кодирования с позиции сокращения длины на представление информации, а также помехоустойчивость кодовой последовательности, но не позволяет обеспечить защиту данных от несанкционированного доступа;

5) отсутствие универсального преобразования данных, которое гарантировало бы получение более предпочтительной формы представления данных. Так, в формате JPEG после дискретно-косинусного преобразования в целях уменьшения диапазона (разрядности) полученных значений компонент трансформанты применяется квантование. В свою очередь, кодирование AC- и DC-коэффициентов также предполагает совместное использование нескольких вариантов внешней реструктуризации данных: для DC-коэффициентов – разностный код и кодирование по динамическим диапазонам; для AC-коэффициентов – групповое кодирование и кодирование по динамическим диапазонам;

6) варианты внешней реструктуризации данных не позволяют обеспечить защиту данных в случае несанкционированного доступа. Это связано с тем, что кодовые конструкции, которые формируются в процессе кодирования по динамическим диапазонам близких по значению элементов, имеют схожую структуру, что позволяет правильно их декодировать в случае несанкционированного доступа;

7) сплошная префиксность для кодовых конструкций, которыми кодируются компоненты трансформанты, позволяет при несанкционированном доступе определить структуру кодовых конструкций, так как кодовая последовательность, которой кодируются квантованные компоненты трансформанты, всегда начинается с кода, который присваивается DC-коэффициенту и заканчивается маркерным разделителем.

Для устранения недостатков методов внешней реструктуризации и в целях повышения защиты данных информационного ресурса предлагается разработать концепцию внутренней реструктуризации данных.

### 2. Разработка концепции внутренней реструктуризации данных информационного ресурса

Данный тип реструктуризации предполагает свое использование как совместно с внешней реструктуризацией, так и самостоятельно [16]. Предлагается применять внутреннюю реструктуризацию элементов сообщения, которая реализуется за счет учета закономерностей во внут-

ренней структуре элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  [17-21].

Внутренняя реструктуризация заключается в выявлении закономерностей во внутренней структуре элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  по количественному признаку  $\lambda_i$ . Количество различных значений, которые принимает признак, т.е. мощность признака  $\lambda_i$ , может быть  $n$ . Набор различных значений признака  $\lambda_i$  описывается следующим выражением:

$$\Lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n\}, \quad (1)$$

где  $\Lambda$  – набор значений признака  $\lambda_i$ , выявленного во внутренней структуре элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ ;  $\lambda_i, \lambda_n$  – значения  $i$ -го и  $n$ -го признака набора  $\Lambda$ .

В качестве внутренней структуры элемента  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  предлагается использовать его двоичное представление. Элемент  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  состоит из последовательности  $[u_\xi]_2$  двоичных разрядов  $q_{\xi,\alpha}$ ,  $\alpha = \overline{1, |u_\xi|_2}$ . Это задается следующим образом:

$$[u_\xi]_2 = \{q_{\xi,1}; \dots; q_{\xi,\alpha}; \dots; q_{\xi,|u_\xi|_2}\}, \quad (2)$$

где  $[u_\xi]_2$  – двоичное представление элемента  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ ;  $q_{\xi,\alpha}$  –  $\alpha$ -й разряд элемента  $u_\xi$ .

Количество различных комбинаций  $\eta$ , которые может принимать отдельный элемент  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ , задается следующим выражением:

$$\eta = 2^{|u_\xi|_2}, \quad (3)$$

где  $\eta$  – количество комбинаций значений, которые может принимать элемент  $u_\xi$ ;  $|u_\xi|_2$  – длина элемента  $u_\xi$  (количество разрядов  $q_{\xi,\alpha}$ , которыми представляется элемент  $u_\xi$ ).

Если предположить, что элемент  $u_\xi$  имеет длину  $|u_\xi|_2 = 8$  бит, то количество возможных комбинаций  $\eta$ , которые может принимать элемент  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ , будет равно:

$$\eta = 2^{|u_\xi|_2} = 2^8 = 256.$$

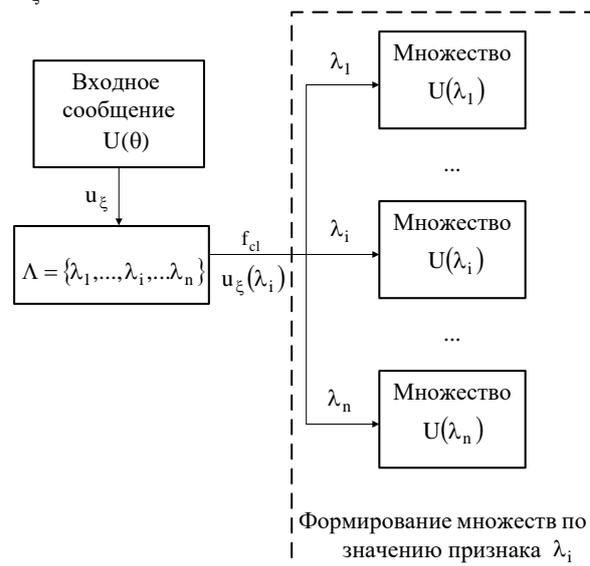
Далее предлагается проводить кластеризацию (группирование) элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  по значению количественного признака  $\lambda_i$ , который определяет закономерности во внутренней структуре элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ .

## 2. Кластеризация элементов сообщения по количественному признаку

Суть кластеризации по количественному признаку заключается в том, что элементы  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  с одинаковыми значениями количественного признака  $\lambda_i$  формируют множества  $U(\lambda_i)$  (рисунок):

$$U(\theta) \xrightarrow{f_{cl}} \{U(\lambda_1), \dots, U(\lambda_i), \dots, U(\lambda_n)\}, \quad (4)$$

где  $f_{cl}$  – функция группирования элементов  $u_\xi$  во множества  $U(\lambda_i)$  по значению признака  $\lambda_i$ ;  $n$  – количество множеств  $U(\lambda_i)$ , которые формируются в процессе кластеризации элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ .



Кластеризация элементов сообщения по количественному признаку

Количество множеств  $U(\lambda_i)$ , которые формируются в процессе кластеризации, определяется набором  $\Lambda$  значений признака  $\lambda_i$ .

К кластеризации элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  по количественному признаку  $\lambda_i$  предъявляются следующие требования:

– сообщение  $U(\theta)$  должно разбиваться на множества  $U(\lambda_i)$  таким образом, чтобы каждый элемент  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  принадлежал одному и только одному множеству разбиения, т.е. множества не должны пересекаться:

$$\text{если } u_\xi \in U(\lambda_i), \text{ то } u_\xi \notin U(\lambda_j), \text{ где } i \neq j,$$

$$\lambda_i, \lambda_j \in \Lambda \text{ и } U(\lambda_j) \cap U(\lambda_i) = \emptyset;$$

– элементы  $u_i$  и  $u_\xi$ , принадлежащие одному и тому же множеству  $U(\lambda_i)$ , должны иметь одинаковые значения признака  $\lambda_i$ , т.е.:

$$\text{если } u_i \in U(\lambda_i), u_\xi \in U(\lambda_i), \text{ то } \lambda_i(u_i) = \lambda_i(u_\xi);$$

– элементы  $u_i$  и  $u_\xi$ , принадлежащие разным множествам, должны иметь разные значения признака  $\lambda_i$ , т.е.:

если  $u_i \in U(\lambda_j), u_\xi \in U(\lambda_i)$ , то  $\lambda_j(u_i) \neq \lambda_i(u_\xi)$ ;

– сумма длин множеств (количество элементов во множестве)  $U(\lambda_i)$  (где  $i = \overline{1, n}$ ), образованных в процессе кластеризации должна быть равной длине  $|U(\theta)|$  входного сообщения  $U(\theta)$ , т.е.:

$$|U(\theta)| = \sum_{i=1}^n |U(\lambda_i)|,$$

где  $|U(\lambda_i)|$  – длина множества  $U(\lambda_i)$ ;  $|U(\theta)|$  – длина входного сообщения  $U(\theta)$ ;  $n$  – количество множеств  $U(\lambda_i)$ .

### 3. Разработка метода статистического кодирования данных информационного ресурса с применением внутренней реструктуризации по количественному признаку

Предлагается элементы  $u_\xi$ , которые имеют одинаковые значения признака  $\lambda_i$ , кодировать в пределах сформированных множеств  $U(\lambda_i)$ . Статистическое кодирование элементов  $u_\xi$  множества  $U(\lambda_i)$ , которое состоит из  $\kappa$  элементов (т.е.  $\xi = \overline{1, \kappa}$ ), задается следующим соотношением:

$$U(\lambda_i) \xrightarrow{f_{vlc}} L(\kappa), \quad (5)$$

где  $f_{vlc}(u_\xi, P_{сл})$  – функция формирования статистического кода  $l'_\xi$  переменной длины (variablelengthcoding – VLC) для элементов  $u_\xi$  множества  $U(\lambda_i)$ .

Здесь используется служебная информация  $P_{сл}$  о распределении значений вероятностей появления элементов  $u_\xi$  во множестве  $U(\lambda_i)$ . С учетом данной информации на основе функции  $f_{vlc}(u_\xi, P_{сл})$  формируется код  $l'_\xi$ . Данная функция описывается следующей формулой:

$$l'_\xi = f_{vlc}(u_\xi, P_{сл}). \quad (6)$$

В результате статистического кодирования элементов  $u_\xi$  множества  $U(\lambda_i)$  образуется последовательность  $L(\kappa)$  кодов  $l'_\xi$ , которая имеет вид:

$$L(\kappa) = \{l'_1; \dots; l'_\xi; \dots; l'_\kappa\}, \quad (7)$$

где  $\kappa$  – количество элементов в последовательности кодов  $L(\kappa)$ .

Код  $l'_\xi$  является кодом переменной длины  $|l'_\xi|_2$ ,  $|l'_\xi|_2 = \text{VAR}$  и состоит из последова-

тельности  $[l'_\xi]_2$  двоичных разрядов  $q_{\xi, \gamma}$ ,  $\gamma = \overline{1, |l'_\xi|_2}$ . Это задается следующим образом:

$$[l'_\xi]_2 = \{q_{\xi, 1}; \dots; q_{\xi, \gamma}; \dots; q_{\xi, |l'_\xi|_2}\}. \quad (8)$$

где  $q_{\xi, \gamma}$  –  $\gamma$ -й разряд кода  $l'_\xi$ .

Использование кластеризации позволяет снизить мощность  $|U(\theta)|$  алфавита, на базе которого формируются элементы  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$ , т.е.  $|U(\lambda_i)| < |U(\theta)|$ .

Применение внутренней реструктуризации элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  по количественному признаку  $\lambda_i$  в целях дальнейшей их кластеризации позволяет повысить эффективность статистического кодирования с позиции сокращения длины на представление информации. Это связано с тем, что значение вероятности  $P'(u_\xi)$  появления элемента  $u_\xi$  во множестве  $U(\lambda_i)$  будет больше, чем значение вероятности  $P(u_\xi)$  появления элемента  $u_\xi$  в сообщении  $U(\theta)$ , и для кодирования элемента  $u_\xi$  потребуется меньшее количество бит, т.е.:

$$|U(\lambda_i)| < |U(\theta)| \Rightarrow P'(u_\xi) > P(u_\xi) \Rightarrow |l'_\xi|_2 > |l'_\xi|_2,$$

где  $P'(u_\xi)$  – вероятность появления элемента  $u_\xi$  во множестве  $U(\lambda_i)$ ;  $P(u_\xi)$  – вероятность появления элемента  $u_\xi$  в сообщении  $U(\theta)$ .

В результате статистического кодирования элементов  $u_\xi$  сообщения  $U(\theta)$  в пределах сформированных множеств  $U(\lambda_i)$  образуются кодовые конструкции  $l'_\xi$ , которые обладают свойством межмножественной префиксности. Это значит, что свойство префиксности соблюдается только для кодов  $l'_\xi$  элементов  $u_\xi$ , которые принадлежат одному множеству  $U(\lambda_i)$ . Так, если элементы  $u_i$  и  $u_j$  принадлежат одному и тому же множеству  $U(\lambda_i)$ , то код  $l'_i$  длиной  $|l'_i|_2$ , который присваивается элементу  $u_i$ , не является начальной частью другого кода  $l'_j$  длиной  $|l'_j|_2$ , который присваивается элементу  $u_j$ .

Таким образом, в пределах выходного сообщения обладать свойством префиксности будут только следующие подряд кодовые конструкции, которые принадлежат одному множеству.

При статистическом кодировании элементов  $u_\xi$  множеств  $U(\lambda_i)$  возможны следующие варианты развития событий:

1) Существует вероятность того, что разным по значению элементам  $u_\xi$  и  $u_j$ , которые принад-

лежат разным множествам, могут присваиваться одинаковые коды, т.е.:

если  $u_\xi \in U(\lambda_i), u_j \in U(\lambda_j)$ , то  $l'_\xi = l'_j$ .

Это происходит по нескольким причинам:

Во-первых: потому, что элементы  $u_\xi$  и  $u_j$  в пределах множеств, которым они принадлежат, могут иметь одинаковую вероятность появления, т.е.:

$$P(u_\xi) = P(u_j)$$

и, соответственно, им могут присваиваться одинаковые коды:

если  $P(u_\xi) = P(u_j)$ , то  $l'_\xi = l'_j$ .

В данном случае возможны два варианта развития событий:

– код  $l'_\xi$  длиной  $|l'_\xi|_2$  может выступать начальной частью другого кода  $l'_i$  длиной  $|l'_i|_2$ , где

$$|l'_\xi|_2 < |l'_i|_2, i, \xi = \overline{1, \theta}, i \neq \xi;$$

– код  $l'_\xi$  длиной  $|l'_\xi|_2$  может полностью повторять другой код  $l'_i$  длиной  $|l'_i|_2$ , где

$$l'_\xi = l'_i \Rightarrow |l'_\xi|_2 = |l'_i|_2, i, \xi = \overline{1, \theta}, i \neq \xi.$$

Во-вторых, потому, что элементы  $u_\xi$  и  $u_i$  в пределах разных множеств могут иметь такие законы распределения вероятностей, при которых им будут присваиваться одинаковые коды, т.е.:

$$P(u_\xi) \neq P(u_i) \Rightarrow l'_\xi = l'_i \Rightarrow |l'_\xi|_2 = |l'_i|_2.$$

2) Однозначное декодирование кодовых конструкций  $l'_\xi$ , которые присваиваются элементам  $u_\xi$  множеств  $U(\lambda_i)$ , будет возможным только при наличии информации, какому из множеств  $U(\lambda_i)$  принадлежит тот или иной элемент сообщения  $U(\theta)$ .

Таким образом, использование внутренней реструктуризации элементов сообщения по количественному признаку позволяет повысить эффективность статистического кодирования с позиции повышения защиты выходного сообщения (кодовой последовательности). Повышение защиты информационного ресурса обеспечивается тем, что для однозначного декодирования кодовых конструкций, которые присваиваются элементам сообщения, необходимо знать, какому из множеств принадлежит тот или иной элемент, так как разным по значению элементам могут присваиваться одинаковые коды.

### Выводы

Внутренняя реструктуризация элементов сообщения по количественному признаку с целью дальнейшей их кластеризации позволяет повысить эффективность статистического кодирования с позиции повышения защиты и сокращения длины на представление информации.

Использование внутренней реструктуризации данных в процессе статистического кодирования имеет ряд преимуществ по сравнению с внешней, а именно:

- не требуется проводить никаких преобразований над элементами сообщения;
- сокращается время на обработку данных;
- увеличивается эффективность статистического кодирования с позиции сокращения длины на представление информации и повышения безопасности передаваемого информационного ресурса.

**Литература:** 1. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука: Пер. с англ. В.В. Чепыжова. М.: Техносфера, 2004. 368 с. 2. Кудряшов Б.Д. Теория информации. СПб: Питер, 2009. 320 с. 3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. М.: Техносфера, 2005. 1073 р. 4. Miano J. Compressed image file formats: JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP / by John Miano, 1999. 264 p. 5. J. Miano. Formats and image compression algorithms in action [Text]. К.: Triumph, 2013. 336p. 6. Lazarovych I., Melnychuk S., Kozlenko M. Optimization of entropy estimation computing algorithm for random signals in digital communication devices // Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 14th International Conference, 2018. P. 1073-1078. 7. Мандель И.Д. Кластерный анализ. М.: Финансы и Статистика, 1988. 8. Pratt W.K., Chen W.H., Welch L.R. Slant transform image coding // Proc. Computer Processing in communications. New York: Polytechnic Press, 1969. P. 63-84. 9. Jain A., Murty M., Flynn P. Data clustering: A review // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3. P. 264–323. 10. Ding Z., Chen H., Gua Y., Peng Q. GPU accelerated interactive space-time video matting. In Computer Graphics International. 2010. P. 163-168. 11. Lee S. Y., Yoon J. C. Temporally coherent video matting. Graphical Models 72. 2010. P. 25-33. 12. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. Курс лекций. МГУ, 2007. 13. Tso B., Mather P.M. Classification methods for remotely sensed data. US, CRC Press, 2009, 349 p. 14. Grundmann M., Kwatra V., Han M., Essa I. Efficient hierarchical graph based video segmentation. IEEE CVPR. 2010. P. 85-91. 15. Zhang Y., Negahdaripour S. and Li Q. Error-resilient coding for underwater video transmission // OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA, 2016. P. 1-7. 16. Barannik V., Tupitsya I., Sidchenko S. and Tarnopolov R. The method of crypto-semantic presentation of images based on the floating scheme in the basis of the upper boundaries // Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T): 2 Intern. scient.-pract. conf., (Kharkiv, Ukraine, octob. 13-15, 2015). Kharkiv: 2015. P. 248-250. DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2015.7357326. 17. Barannik

V., S. Sidchenko, I. Tupitsya and S. Stasev, Synthesis of combined crypto-compressed systems for providing safety video information in info-communications // 2015 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, Georgia, 2015, pp. 1-4. **18.** Barannik V., Tupitsya I., Shulgin S., Sidchenko S. and Larin V. The application for internal restructuring the data in the entropy coding process to enhance the information resource security // IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Yerevan, Armenia, 2016, pp. 561-565, DOI:10.1109/EWDTS.2016.7807749 **19.** Бараннік В.В., Тулиця І.М., Бараннік В.В., Сорокун А.Д. Технологія кластеризації даних інформаційного ресурсу за кількісною ознакою ресурса // Наукоємні технології № 4(40). К., 2018. С. 398-404. **20.** Тулиця І.М. Методологія реструктуризації даних інформаційного ресурсу для підвищення ефективності статистичного кодування // Наукоємні технології № 2(42). К., 2019. С. 262-269. **21.** Barannik V., Tupitsya I., Dodukh O., Barannik V. and Parkhomenko M. The Method of Clustering Information Resource Data on the Sign of the Number of Series of Units as a Tool to improve the Statistical Coding Efficiency // 2019 IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM) February 26 – March 2, 2019 Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine, pp. 3/32-3/36.

#### Transliterated bibliography:

**1.** Selomon D. Szhatie danyh, izobrazhenij i zvuka: Per. s angl. V.V. СНерыzhova. М.: Tekhnosfera, 2004. 368 s.  
**2.** Kudryashov B.D. Teoriya informacii. SPb: Piter, 2009. 320s.  
**3.** Gonsales R. Cifrovaya obrabotka izobrazhenij / R. Gonsales, R. Vuds. М.: Tekhnosfera, 2005. 1073p.  
**4.** Miano J. Compressed image file formats: JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP / by John Miano, 1999. 264 p.  
**5.** Miano J. Formats and image compression algorithms in action [Text] К.: Triumph, 2013. 336p.  
**6.** Lazarovych I., Melnychuk S., Kozlenko M. Optimization of entropy estimation computing algorithm for random signals in digital communication devices // Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 14th International Conference, 2018. P. 1073-1078.  
**7.** Mandel' I. D. Klasternyj analiz. М.: Finansy i Statistika, 1988.  
**8.** Pratt W. K., Chen W. H., Welch L. R. Slant transform image coding // Proc. Computer Processing in communications. New York: Polytechnic Press, 1969. P. 63-84.  
**9.** Jain A., Murty M., Flynn P. Data clustering: A review // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3. P. 264–323.

**10.** Ding Z., Chen H., Gua Y., Peng Q. GPU accelerated interactive space-time video matting // In Computer Graphics International. 2010. P. 163-168.

**11.** Lee S. Y., Yoon J. C. Temporally coherent video matting. Graphical Models 72. 2010. P. 25-33.

**12.** Voroncov K.V. Algoritmy klasterizacii i mnogomernogo shkalirovaniya. Kurs lekcij. MGU, 2007.

**13.** Tso B., Mather P.M. Classification methods for remotely sensed data. US, CRC Press, 2009, 349 p.

**14.** Grundmann M., Kwatra V., Han M., Essa I. Efficient hierarchical graph based video segmentation. IEEE CVPR. 2010. P. 85-91.

**15.** Zhang Y., Negahdaripour S. and Li Q. Error-resilient coding for underwater video transmission // OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA, 2016, P. 1-7.

**16.** Barannik V., Tupitsya I., Sidchenko S. and Tarnopolov R., The method of crypto-semantic presentation of images based on the floating scheme in the basis of the upper boundaries. Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T): 2 Intern. scient.-pract. conf., (Kharkiv, Ukraine, octob. 13-15, 2015). Kharkiv: 2015. P. 248-250.

**17.** Barannik V., S. Sidchenko, I. Tupitsya and S. Stasev, Synthesis of combined crypto-compressed systems for providing safety video information in info-communications // 2015 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Batumi, Georgia, 2015, P. 1-4.

**18.** Barannik V., Tupitsya I., Shulgin S., Sidchenko S. and Larin V. The application for internal restructuring the data in the entropy coding process to enhance the information resource security // IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Yerevan, Armenia, 2016. P. 561-565.

**19.** Barannik V.V., Tupitsya I.M., Barannik V.V., Sorokun A.D. Tekhnologiya klasterizacii danih informacijnogo resursu za kil'kisnoyu oznakoyu resursu // Naukoemni tekhnologii № 4(40). К., 2018. С. 398-404.

**20.** Tupitsya I.M. Metodologiya restrukturyzatsii danih informacijnogo resursu dlya pidvishchennya effektivnosti statistichnogo koduvannya // Naukoemni tekhnologii № 2(42). К., 2019. P. 262-269.

**21.** Barannik V., Tupitsya I., Dodukh O., Barannik V. and Parkhomenko M. The Method of Clustering Information Resource Data on the Sign of the Number of Series of Units as a Tool to improve the Statistical Coding Efficiency // 2019 IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM) February 26 – March 2, 2019 Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine, pp. 3/32-3/36., DOI: 10.1109/CADSM.2019.8779243.

Поступила в редколлегию 03.06.2019

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Безрук В.М.

**Баранник Владимир Викторович**, д-р техн. наук, профессор, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, e-mail: [vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com).

**Рябуха Юрий Николаевич**, д-р техн. наук, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, e-mail: [vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com).

**Тупица Иван Михайлович**, преподаватель, Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба. Научные интересы: семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, e-mail: [ivan20081982@gmail.com](mailto:ivan20081982@gmail.com).

**Баранник Валерий Владимирович**, студент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники. Научные интересы: семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, e-mail: [valera462000@gmail.com](mailto:valera462000@gmail.com).

**Жуйков Дмитрий Борисович**, доцент кафедры военно-технической и военно-специальной подготовки, факультет подготовки офицеров запаса по контракту, Харьковский национальный университет Воздушных

Сил им. И. Кожедуба. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79.

**Barannik Vladimir**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Combat use of ASC department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine, Kharkiv, 77/79. Sumska str., e-mail: [vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com).

**Ryabukha Yuriy**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Combat use of ASC department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine, Kharkiv, 77/79. Sumska str., e-mail: [vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com).

**Tupitsa Ivan**, Combat use of ASC department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine, Kharkiv, 77/79. Sumska str., e-mail: [ivan20081982@gmail.com](mailto:ivan20081982@gmail.com).

Barannik Valery Vladimirovich, student, Kharkov National University of Radio Electronics. Research interests: semantic image processing. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauky Ave. 14, e-mail: [valera462000@gmail.com](mailto:valera462000@gmail.com).

**Zhuikov Dmytro**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Combat use of ASC department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine, Kharkiv, 77/79. Sumska str., e-mail: [vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com).