

БЕЗПЕКА КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ТА ІНТЕРНЕТ / NETWORK & INTERNET SECURITY

DOI: [10.18372/2225-5036.24.12587](https://doi.org/10.18372/2225-5036.24.12587)

ТЕХНОЛОГИЯ СНИЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СИЛЬНО ИНФОРМАТИВНЫХ СЕКМЕНТОВ АЭРОФОТОСНИМКА

Владимир Баранник¹, Андрей Красноручкий¹, Анна Хаханова²,
Денис Медведев², Виктория Хименко²

¹Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

²Харьковский национальный университет радиозлектроники, Украина



БАРАННИК Владимир Викторович, д.т.н.

Год и место рождения: 1971 год, г. Изюм, Харьковская область, Украина.

Образование: Харьковский военный университет, 1994 год.

Должность: начальник кафедры боевого применения и эксплуатации АСУ с 2012 года.

Научные интересы: информационная безопасность.

Публикации: более 550 научных публикаций, среди которых монографии, учебники, учебные пособия, научные статьи и патенты на изобретения.

E-mail: vvbar.off@gmail.com,

orcid.org/0000-0002-2848-4524



КРАСНОРУЦКИЙ Андрей Александрович

Год и место рождения: 1968 год, г. Купянск, Украина.

Образование: Харьковское высшее военное авиационное училище радиозлектроники, 1990 год.

Должность: докторант Харьковского национального университета Воздушных Сил.

Научные интересы: информационная безопасность, кодирование информации.

Публикации: более 100 научных публикаций.

E-mail: Krasnorutsky.a@ukr.net,

orcid.org/0000-0001-9098-360X



ХАХАНОВА Анна Владимировна

Год и место рождения: 1978 год, г. Харьков, Украина.

Образование: Харьковский национальный университет радиозлектроники, 2003 год.

Должность: докторант Харьковского национального университета радиозлектроники.

Научные интересы: информационная безопасность, кодирование информации.

Публикации: более 80 научных публикаций.

E-mail: Ann.Hahanova@gmail.com,

orcid.org/0000-0002-1318-7973



МЕДВЕДЕВ Денис Олегович

Год и место рождения: 1986 год, г. Днепропетровск, Украина.

Образование: Харьковский национальный университет радиозлектроники, 2009 год.

Должность: аспирант Харьковского национального университета радиозлектроники.

Научные интересы: информационная безопасность, кодирование информации.

Публикации: более 10 научных публикаций.

E-mail: domedvedo@gmail.com,

orcid.org/0000-0003-4235-300X



ХИМЕНКО Виктория Викторовна

Год и место рождения: 1977 год, г. Изюм, Украина.

Образование: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2000 год.

Должность: аспирант Харьковского национального университета радиоэлектроники.

Научные интересы: информационная безопасность, кодирование информации.

Публикации: более 10 научных публикаций.

E-mail: vika.iv@gmail.com

orcid.org/0000-0003-1337-2405

Аннотация. В статье обсуждается вариант решения проблемы оперативности доставки аэрофотоснимка, с борта летательного аппарата, без потери его достоверности. Классификация участков аэрофотоснимка, в зависимости от их важности облегчит работу дешифровщика. Обоснован вариант реализации технологии дешифровочного кодирования аэрофотоснимка. Обоснованы причины рисков срыва задач по дешифрированию объектов аэрофотосъемки. Предложена перспективная технологическая концепция эффективного синтаксического описания элементов достаточно информативных сегментов аэрофотоснимка, которая учитывает характеристики компонент трансформант дискретно-косинусного преобразования. Предложено направление снижения информационной избыточности аэрофотоснимков, с сохранением, ключевой информации к его дешифрированию. Приведено описание работы разработанного метода снижения информационной интенсивности сильно информативных сегментов аэрофотоснимка. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и производстве перспективных цифровых сканеров.

Ключевые слова: аэрофотоснимок, избыточность, дешифровочное кодирование, трансформанта, кодограмма.

Вступление

Ключевым звеном повышения эффективности работы системы предупреждения и локализации кризисных ситуаций является всестороннее внедрение дистанционного видеосервиса. Составным компонентом здесь становится аэромониторинг на базе беспилотных комплексов и дешифрирование полученной видеоинформации с целью наполнения органов управления достоверной и оперативной информацией [1-2].

Дистанционный видеосервис позволяет получать аэрофотоснимки за временные интервалы от 60с сомнительного качества. Временные задержки резко увеличиваются в случае передачи аэрофотоснимков форматов FullHD и 4K, а также видеопотока (n-кадров в секунду) в реальном времени [2-4]. Проблемы доставки видеоинформации с борта летательного аппарата возникают и с использованием двух и более видеосенсоров для получения многомерного описания объектов [5].

Иными словами, получение видеоинформации с борта беспилотных комплексов сопровождается выбором между достоверностью (качеством) и оперативностью (реальным временем). Результатом чего возрастают риски потери информации, полученной при аэрофотосъемке (информацию или невозможно изъять с аэрофотоснимка, или же информация уже устарела и потеряла актуальность).

Здесь возникает научно-прикладная проблема, суть которой: уменьшение информационной интенсивности видеопотока, поступающего с борта летательного аппарата, без потери его оперативности и достоверности. Причина здесь кроется не только в уровне представления информации на цифровом аэрофотоснимке, но и в особенностях, существующих на рынке технологий бортовой обработки этих аэрофотоснимков. Это объясняется тем, что присутствующую на аэрофотоснимке избыточность суще-

ствующие технологии (в основном это технологии семейства JPEG и MPEG) не имеют возможности определить семантически важную информацию, а, следовательно, и не могут ее сохранить при устранении избыточности на синтаксическом уровне [6-8]. В тоже время дешифровщику необходимо с аэрофотоснимка извлечь ключевую информацию. Без такой процедуры невозможно качественно выполнить задачу по дешифрированию всего аэрофотоснимка. Потеря хотя бы части ключевой информации к дешифрированию ведет к резкому снижению качества дешифрирования, а, следовательно, ставится под угрозу и эффективность дистанционного видеосервиса. В работах [9-11] предложен подход к разрешению этой проблемы путем внедрения в бортовую обработку аэрофотоснимка технологии дешифровочного кодирования. Если взять за основу то, что не все участки аэрофотоснимка участвуют в дешифрировании (или в его этапах), то предложенная технология предусматривает разделение аэрофотоснимка на сегменты и классификация их как не информативные, достаточно информативные и сильно информативные сегменты [12-13]. Это дает перспективу в разработке новых, более эффективных алгоритмов снижения информационной избыточности таких участков аэрофотоснимка без разрушения его семантической составляющей (ключевой информации к дешифрированию).

Целью данной работы является разработка технологии снижения информативной интенсивности сильно информативных сегментов аэрофотоснимка.

Разработка технологии снижения информационной информативной интенсивности сильно информативных сегментов аэрофотоснимка

Одним из требований к сервису дистанционного предоставления видеослужб является получение не отдельного аэрофотоснимка, а заданного их ко-

личества n в промежуток времени t . Поэтому такой процесс будет происходить непрерывно, динамически. Для оценки динамических характеристик формируемых информационных потоков на борту летательного аппарата вводится понятие информационная интенсивность I_{nt} :

$$I_{nt} = \frac{n \times N_{стр} \times N_{стб} \times b_i}{t}, \quad (1)$$

где $N_{стр} \times N_{стб}$ - размерность ПЗС-матрицы, b_i - глубина оцифровки i -й цветовой плоскости модели RGB, бит.

Для известных значений скорости $V_{пд}$ передачи данных с борта летательного аппарата по существующим каналам связи, время передачи $t_{п}$ видеоинформации интенсивностью I_l с борта летательного аппарата определяется по формуле:

$$t_{п} = \frac{I_{пд}}{V_{пд}}. \quad (2)$$

Обобщенно математическая схема формирования научно-прикладной проблемы представлена выражениями 3 - 6:

1) Время доставки аэрофотоснимка:

$$T_{дс} = f_{дс} \{t_{фсн}; t_{фш}; t_{обрт}; t_n; t_{обрн}\} \leq T_{дс}^{mp}, \quad (3)$$

где $T_{дс}$ - времена доставки аэрофотоснимка; $f_{дс}$ - функция зависимости времени доставки аэрофотоснимка связанных с проблемой бортовых задержек аэрофотоснимка, которые объясняются работой информационных технологий формирования и обработки изображений; $t_{фсн}$ - время формирования аэрофотоснимка (регистрация излучения опико-электронной системой); $t_{фш}$ - время фильтрации шумов на снимке; $t_{обрт}$ - время обработки аэрофотоснимка на борту (выделение информативных (дешифровочных) признаков, повышение синтаксической плотности представления видеоинформации (сокращение информативной нагрузки), помехоустойчивое кодирование); $t_{п}$ - время передачи аэрофотоснимка по бортовому каналу связи; $t_{обрн}$ - наземное время обработки аэрофотоснимка; $T_{дс}^{tr}$ - требуемое время доставки аэрофотоснимка для решения задач системы управления в условиях кризисных ситуаций;

2) Качество доставленного аэрофотоснимка:

$$P_{qlt} = F_{qlt} \{d_{qlt}; d_{aci}; d_{eni}\} \rightarrow P_{qlt}^{mp}, \quad (4)$$

где F_{qlt} - функционал зависимости качества доставленного аэрофотоснимка от его достоверности и разрешающей способности; d_{qlt} - достоверность информации полученного аэрофотоснимка; d_{aci} - достоверность получаемой видеомодели аэрофото-

снимка; d_{eni} - разрешающая способность аэрофотоснимка; P_{qlt}^{tr} - требуемое качество доставленного аэрофотоснимка для решения задач системы управления в условиях кризисных ситуаций;

3) Время дешифрирования аэрофотоснимка:

$$T_{дш} = f_{дш} \{t_{обн}; t_{расп}; t_{идент}\} \leq T_{дш}^{mp}, \quad (5)$$

где $f_{дш}$ - функция зависимости времени дешифрирования аэрофотоснимка от временных затрат на этапы его дешифрирования; $t_{обн}$ - время необходимое дешифровщику на выполнение этапа обнаружения объектов на аэрофотоснимке; $t_{расп}$ - время необходимое дешифровщику на выполнение этапа распознавания объектов на аэрофотоснимке; $t_{идент}$ - время необходимое дешифровщику на выполнение этапа идентификации объектов на аэрофотоснимке; $T_{дш}^{tr}$ - требуемое время дешифрирования аэрофотоснимка для решения задач системы управления в условиях кризисных ситуаций;

4) Вероятность правильного дешифрирования аэрофотоснимка:

$$P_{дш} = F_{дш} \{P_{обн}; P_{расп}; P_{идент}\} \geq P_{дш}^{tr}, \quad (6)$$

где $F_{дш}$ - функционал зависимости правильного дешифрирования аэрофотоснимка от вероятности этапов его дешифрирования; $P_{обн}$ - вероятность правильного обнаружения объектов на аэрофотоснимке; $P_{расп}$ - вероятность правильного распознавания объектов на аэрофотоснимке; $P_{идент}$ - вероятность правильной идентификации объектов на аэрофотоснимке; $P_{дш}^{tr}$ - требуемая вероятность правильного дешифрирования аэрофотоснимка для решения задач системы управления в условиях кризисных ситуаций.

Совершенствование информационных технологий обработки и передачи аэрофотоснимков (изображений) предлагается осуществлять путем повышения эффективности синтаксического описания сегментов, классифицированных как сильно информативных.

Для реализации эффективного синтаксического описания элементов сегментов, которые классифицируются, как сильно информативные $Y^{(c)}$ предлагается разработать для этого метод снижения информационной интенсивности сильно информативных сегментов аэрофотоснимка.

В результате выполнения дискретного косинусного преобразования (ДКП) массивов сильно информативного сегмента $Y^{(c)}$ формируются трансформанты $Y_{tr}^{(c,\gamma)}$, размером $n \times n$ элементов, представляемые в виде двумерных массивов, где $y_{i,j}^{(c,\gamma)}$ - $(i; j)$ -й коэффициент трансформанты массива сильно информативного сегмента:

$$Y_{mp}^{(c,\gamma)} = \begin{pmatrix} y_{1,1}^{(c,\gamma)} & \dots & y_{1,j}^{(c,\gamma)} & \dots & y_{1,n}^{(c,\gamma)} \\ & & & & \\ & & & & \\ y_{i,1}^{(c,\gamma)} & \dots & y_{i,j}^{(c,\gamma)} & \dots & y_{i,n}^{(c,\gamma)} \\ & & & & \\ & & & & \\ y_{n,1}^{(c)} & \dots & y_{n,j}^{(c,\gamma)} & \dots & y_{n,n}^{(c,\gamma)} \end{pmatrix} \cdot$$

В соответствии со свойствами базисных функций ДКП компоненты трансформант, в силу своих интегральных характеристик структурного содержания массива сильно информативного сегмента изображения, имеет закономерность. Эта закономерность выглядит следующим образом: наибольшие числовые значения имеют компоненты, которые расположены в верхней левой части трансформанты, а компоненты с меньшими числовыми значениям располагаются в правой нижней части этой трансформанты. Причем уменьшение значений компонент трансформанты происходит от верхнего левого угла к правому нижнему по диагонали (рис. 1). Кроме того, чем больше отношение площади, которая имеет незначительное изменение яркости к площади изображения интересующего объекта, тем меньше размер области трансформанты с высокими значениями компонент.

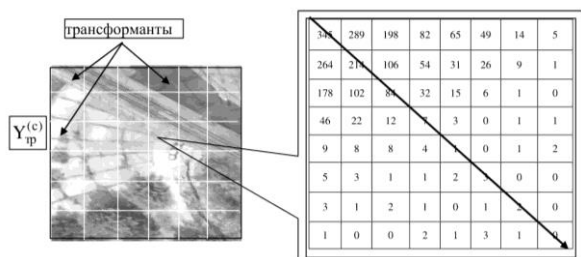


Рис. 1. Фрагмент трансформанты сильно информативного сегмента изображения

В процессе исследования был произведен эксперимент, который заключается в том, что трансформанта сильно информативного сегмента $Y_{tr}^{(c,\gamma)}$ размерностью 8×8 делится пополам вдоль осевой линии сегмента. Далее к этой трансформанте сегмента был применен механизм диагонального считывания коэффициентов трансформанты (рис.2).

Суть данного механизма заключается в том, что считывание коэффициентов трансформанты $y_{i,j}^{(c,\gamma)}$ происходит по диагонали: начиная с левого верхнего угла далее вниз к правому углу (считывание коэффициентов происходит сверху вниз).

При этом количество X_0 диагоналей зависит от размеров $(n \times n)$ трансформанты и определяется по формуле:

$$X_0 = n + (n-1) = 2n-1. \quad (7)$$

В результате получается 15 диагоналей:

- диагонали д1 соответствует коэффициент $y_{1,1}^{(c,\gamma)}$ (345);

- диагонали д2 соответствуют коэффициенты $y_{1,2}^{(c,\gamma)}; y_{2,1}^{(c,\gamma)}$ (289; 264);

- диагонали д3 соответствуют коэффициенты $y_{1,3}^{(c,\gamma)}; y_{2,2}^{(c,\gamma)}; y_{3,1}^{(c,\gamma)}$ (198; 214; 178);

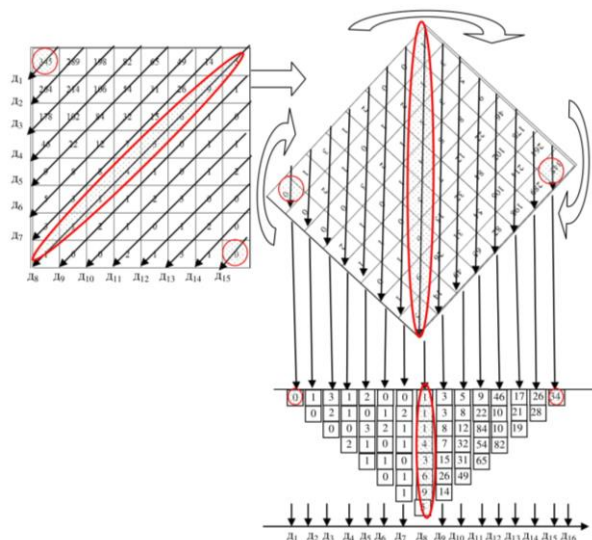


Рис. 2. Механизм диагонального считывания коэффициентов трансформанты сильно информативного сегмента изображения

- диагонали д4 соответствуют коэффициенты $y_{1,4}^{(c,\gamma)}; y_{2,3}^{(c,\gamma)}; y_{3,2}^{(c,\gamma)}; y_{4,1}^{(c,\gamma)}$ (82; 106; 102; 46);

- диагонали д5 соответствуют коэффициенты $y_{1,5}^{(c,\gamma)}; y_{2,4}^{(c,\gamma)}; y_{3,3}^{(c,\gamma)}; y_{4,2}^{(c,\gamma)}; y_{5,1}^{(c,\gamma)}$ (65; 54; 84; 22; 9);

- диагонали д6 соответствуют коэффициенты $y_{1,6}^{(c,\gamma)}; y_{2,5}^{(c,\gamma)}; y_{3,4}^{(c,\gamma)}; y_{4,3}^{(c,\gamma)}; y_{5,2}^{(c,\gamma)}; y_{6,1}^{(c,\gamma)}$ (49; 31; 32; 12; 8; 5);

- диагонали д7 соответствуют коэффициенты $y_{1,7}^{(c,\gamma)}; y_{2,6}^{(c,\gamma)}; y_{3,5}^{(c,\gamma)}; y_{4,4}^{(c,\gamma)}; y_{5,3}^{(c,\gamma)}; y_{6,2}^{(c,\gamma)}; y_{7,1}^{(c,\gamma)}$ (14; 26; 15; 7; 8; 3; 3);

- диагонали д8 соответствуют коэффициенты $y_{1,8}^{(c,\gamma)}; y_{2,7}^{(c,\gamma)}; y_{3,6}^{(c,\gamma)}; y_{4,5}^{(c,\gamma)}; y_{5,4}^{(c,\gamma)}; y_{6,3}^{(c,\gamma)}; y_{7,2}^{(c,\gamma)}; y_{8,1}^{(c,\gamma)}$ (5; 9; 6; 3; 4; 1; 1; 1);

- диагонали д9 соответствуют коэффициенты $y_{2,8}^{(c,\gamma)}; y_{3,7}^{(c,\gamma)}; y_{4,6}^{(c,\gamma)}; y_{5,5}^{(c,\gamma)}; y_{6,4}^{(c,\gamma)}; y_{7,3}^{(c,\gamma)}; y_{8,2}^{(c,\gamma)}$ (1; 1; 0; 1; 1; 2; 0);

- диагонали д10 соответствуют коэффициенты $y_{3,8}^{(c,\gamma)}; y_{4,7}^{(c,\gamma)}; y_{5,6}^{(c,\gamma)}; y_{6,5}^{(c,\gamma)}; y_{7,4}^{(c,\gamma)}; y_{8,3}^{(c,\gamma)}$ (0; 1; 0; 2; 1; 0);

- диагонали д11 соответствуют коэффициенты $y_{4,8}^{(c,\gamma)}; y_{5,7}^{(c,\gamma)}; y_{6,6}^{(c,\gamma)}; y_{7,5}^{(c,\gamma)}; y_{8,4}^{(c,\gamma)}$ (1; 1; 3; 0; 2);

- диагонали д12 соответствуют коэффициенты $y_{5,8}^{(c,\gamma)}; y_{6,7}^{(c,\gamma)}; y_{7,6}^{(c,\gamma)}; y_{8,5}^{(c,\gamma)}$ (2; 0; 1; 1);

- диагонали д13 соответствуют коэффициенты $y_{6,8}^{(c,\gamma)}; y_{7,7}^{(c,\gamma)}; y_{8,6}^{(c,\gamma)}$ (0; 2; 3);

- диагонали д14 соответствуют коэффициенты $y_{7,8}^{(c,\gamma)}; y_{8,7}^{(c,\gamma)}$ (0; 1);

- диагонали д15 соответствует коэффициент $y_{8,8}^{(c,\gamma)}(0)$.

Диагональ д8 является осевой линией для трансформанты рассматриваемого размера.

Далее, предлагается, коэффициенты диагоналей д1, д8 и д15 вынести в отдельную позицию. Оставшиеся коэффициенты диагоналей д2, д3, д4, д5, д6 и д7 обрабатывать опираясь (учитывая) на коэффициенты диагоналей д14, д13, д12, д11, д10 и д9 соответственно, т.е. зеркальное отражение относительно диагонали д8.

Таким образом, создаются условия для снижения количества операций необходимых для кодирования исходного фрагмента изображения.

Дальнейшая технология обработки заключается в использовании механизмов на основе двухградационного неравномерного позиционного кодирования с динамическим обновлением базиса при построении кодограммы.

Для формирования кодограммы для трансформанты сильно информативного сегмента $Y_{tr}^{(c,\gamma)}$ размерностью 8×8 разработан алгоритм:

1) формирование системы оснований $\Psi_{tr}^{(c,\gamma)}$.

Здесь определяются значения динамических диапазонов $\psi_{tr_i}^{(c,\gamma)}$ в диагоналях трансформанты $Y_{tr}^{(c,\gamma)}$:

$$\psi_{tr_i}^{(c,\gamma)} = \max_{1 \leq j \leq n} \{y_{i,j}^{(c,\gamma)}\} + 1, i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

2) вычисление весовых коэффициентов $v_{tr_n}^{(c,\gamma)}$:

$$v_{tr}^{(c,\gamma)} = \prod_{i=1}^n \psi_{tr_i}^{(c,\gamma)}, \quad (9)$$

3) формирование значения кода $E_{tr}^{(c,\gamma)}$:

$$E_{tr}^{(c,\gamma)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{tr_{ij}}^{(c,\gamma)} v_{tr_{ij}}^{(c,\gamma)}, \quad (10)$$

где γ - индекс сегмента; $E_{tr}^{(c,\gamma)}$ - код неравномерного позиционного числа построенного для элементов γ -го сегмента, который классифицируется как сильно информативный; $v_{tr_{ij}}^{(c,\gamma)}$ - весовой коэффициент элементов $y_{i,j}^{(c,\gamma)}$ трансформанты $Y_{tr}^{(c,\gamma)}$ сильно информативного сегмента.

Сравнительное оценивание применения разработанного метода обработки аэрофотоснимка с существующей технологией семейства JPEG (применяемой в настоящее время) приведена на рис. 3.

Выигрыш времени ΔT обусловлен тем, что разработанный метод более эффективно устраняет информационную интенсивность. Одновременно с этим, реализация разработанного метода, осуществляется меньшим количеством арифметических операций в сравнении с методом JPEG-2000. Следовательно, с ростом объемов передаваемых изображений и скорости передачи данных по каналу связи - выигрыш по времени доведения для разработанного метода будет увеличиваться.

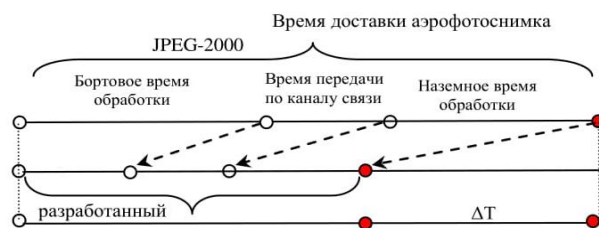


Рис. 3. Сравнительное оценивание применения разработанного метода обработки аэрофотоснимка с существующей технологией семейства JPEG

Выводы

Создана технология снижения информативной интенсивности сильно информативных сегментов аэрофотоснимка. Данная технология базируется на двух концептуальных составляющих, а именно: механизма диагонального считывания коэффициентов трансформанты сильно информативного сегмента изображения; механизма на основе двухградационного неравномерного позиционного кодирования с динамическим обновлением базиса.

Это обеспечивает, во-первых, снижение информационной интенсивности аэрофотоснимков для бортовых систем аэромониторинга; во-вторых, восстановление сегментов аэрофотоснимков без потери ключевой информации к дешифрированию. В свою очередь снижение информационной интенсивности аэрофотоснимков положительно скажется на пропускной способности бортовых каналов передачи данных, что приведет к повышению оперативности доставки аэрофотоснимка с борта летательного аппарата.

Литература

- [1] А. Алімпієв, В. Бараннік, С. Сідченко, «Теоретичні основи створення технологій протидії прихованим інформаційним атакам в сучасній гібридній війні», *Системи обробки інформації*, вип. 4(150), с. 113-121, 2017.
- [2] А. Землянченко, С. Абрамов, В. Лукин, «Прогнозирование параметров сжатия с потерями изображений с шумом», *Радиоэлектроника и информатика*, №1(76), с. 14-21, 2017.
- [3] О. Кулица, М. Думанский, «Обоснование требований относительно целостности видеoinформации воздушного мониторинга чрезвычайных ситуаций», *Сучасна спеціальна техніка*, №4, с. 88-91, 2012.
- [4] В. Худов, Г. Худов, «Метод сегментування багато масштабної послідовності зображень, що отримані з бортових систем оптико-електронного спостереження», *Радиоэлектроника и информатика*, №2(77), с. 51-54, 2017.
- [5] В. Твердохлеб, «Способ битовой скорости видеопотока в телекоммуникационных системах», *Радиоэлектроника и информатика*, №2(73), с. 12-15, 2016.
- [6] V. Barannik, S Podlesny, A. Krasnorutskyi, A. Musienko, «The ensuring the integrity of information streams under the cyberattacks action», *IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, Yerevan, pp. 1-5, DOI: 10.1109/EWDTS.2016.7807752.
- [7] J. Ziv, A. Lempel, «A universal algorithm for sequential data compression», *IEEE Transaction on Information Theory*, vol 23, no 3, pp. 337-343.

[8] V. Barannik, Yu. Ryabukha, S. Podlesnyi, «Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams», *Telecommunications and Radio Engineering*, No 76(7), pp. 607, DOI: /10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40.

[9] V. Barannik, S. Podlesnyi, K. Yalivets, A. Bekirov, «The analysis of the use of technologies of error resilient coding at influence of an error in the codeword», 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), Lviv, pp. 52-54, 2016, DOI: 10.1109/TCSET.2016.7451965.

[10] V. Barannik, A. Krasnorutskiy, Y. Ryabukha, D. Okladnoy, «Model intelligent processing of aerial photographs with a dedicated key features interpretation», *Modern Problems of Radio Engineering, Tele-*

communications and Computer Science (TCSET), Lviv, pp. 736, 2016, DOI: 10.1109/TCSET.2016.7452167.

[11] V. Barannik, Y. Ryabukha, O. Kulitsa, «The method for improving security of the remote video information resource on the basis of intellectual processing of video frames in the telecommunication systems», *Telecommunications and Radio Engineering*, No 76(9), pp. 785-797, 2017, DOI: /10.1615/TelecomRadEng.v76.i9.40.

[12] С. Подлесный, «Технология обеспечения целостности двоичного информационного ресурса на основе структурно-энтропийного слотирования», *Радиоэлектроника и информатика*, №3, с. 13-20, 2016.

[13] А. Мусиенко, «Технология декодирования блоков аэрофотоснимка на основе восстановления компонент трансформант», *Информационно-управляющие системы на ЖД транспорте*, №5, 58-62, 2016.

УДК 621.327:681.5 (045)

Бараннік В. В., Крaсноруцький А.О., Хаханова Г.В., Медведєв Д.О., Хіменко В.В. Технологія зниження інформаційної надлишковості сильно інформативних сегментів аерофотознімка

Анотація. У статті запропонований варіант вирішення проблеми оперативності надходження аерофотознімка з борта літального апарату, без втрати його достовірності. Обґрунтовано, що інформаційні технології на рівні надання інформації на цифровому аерофотознімку, не здатні забезпечити доставку аерофотознімка без ризиків втрати його достовірності. Розглядається варіант зменшення інформаційної інтенсивності аерофотознімка, який надходить з борта літального апарату, без втрати його оперативності та достовірності. Класифікація ділянок аерофотознімка в залежності від їх важливості полегшить роботу дешифрувальника. Обґрунтований варіант реалізації технології дешифровочного кодування аерофотознімка. Обґрунтовані умови зриву завдань по дешифруванню об'єктів аеромоніторингу місцевості. Запропонована перспективна технологічна концепція ефективного синтаксичного опису елементів достатньо інформативних сегментів аерофотознімка, яка враховує характеристики компонент дискретно-косинусного перетворення. Запропонований напрямок зменшення інформаційної надмірності аерофотознімка але з збереженням ключової інформації до його дешифрування. Створена технологія зменшення інформативної інтенсивності сильно інформативних сегментів аерофотознімка. Така технологія несе підґрунтя двох складових: механізму діагонального зчитування коефіцієнтів трансформанти сильно інформативних сегментів зображення, а також механізму на ґрунті двухградационного нерівномірного позиційного кодування з динамічним оновленням базису. Такий підхід забезпечує зниження інформаційної інтенсивності аерофотознімків для бортових систем аеромоніторингу та відновлення таких аерофотознімків без втрати ключової інформації до дешифрування. Ефект зменшення інформативної інтенсивності аерофотознімків має позитивну дію на пропускну здатність бортових каналів передавання даних, що веде до підвищення оперативності доставки аерофотознімка з борта літального апарату. Наведено опис роботи розробленого методу зниження інформаційної надлишковості сильно інформативних сегментів аерофотознімка. Результати дослідження можуть бути використані при проектуванні та виробленні перспективних цифрових сканерів.

Ключові слова: аерофотознімок, надлишковість, дешифрувальне кодування, трансформанта, кодограма.

Barannik V., Krasnorutsky A., Hahanova A., Medvedev D., Himenko V. Technology of reducing heavily informative segments aerial photos information intensity.

Abstract. In the article, a variant of solving the problem of aerial photograph efficiency delivery from the aircraft without loss of its reliability are discussed. It is proved that information technologies at the level of information representation on a digital aerial photo do not guarantee the delivery of an aerial photo without risks, to lose its authenticity. The variant of reducing the information aerial photo coming from the aircraft is considered, without loss of its efficiency and authenticity. The classification of aerial photographs depending on their importance for facilitating the work of the decryptor is considered. The variant of realization of deciphering coding technology of an aerial photo is proved. The reasons for the risks of disrupting tasks for deciphering aerial survey objects are justified. A perspective technological concept of an effective syntactic description of aerial photograph sufficiently informative segments elements that take into account the characteristics of the discrete cosine transform is proposed. The direction of reduction of aerial photos information redundancy with preservation of key information is offered. The highly informative aerial photographs informative intensity reducing technology was created. This technology is based on two conceptual components: the mechanism of diagonal reading of the coefficients of the highly informative image segment transformant and a mechanism based on two-graded uneven positional coding with a dynamic basis update. This provides the reduction of the information intensity of aerial photographs and the restoration of segments of aerial photographs without losing key information to deciphering. In turn, the decreasing of the aerial photographs information intensity will positively affect the throughput of onboard data transmission channels, which will lead to increasing of aerial photograph speed delivery. The developed method work description for reducing the information intensity of highly informative segments of an aerial photograph is given. The results of the research can be used for design and production of perspective digital scanners.

Keywords: aerial imagery, terrain, deciphering coding, transformant, codogram.