

С. С. Бучік, д-р техн. наук, проф.
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0003-0892-3494
e-mail: buchyk@knu.ua;

Ю. М. Бабенко
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
orcid.org/0000-0002-8115-3329
e-mail: babenkomahalych@gmail.com;

Ю. В. Цімура
Військового інституту телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
orcid.org/0000-0002-6269-3821
e-mail: tsimur@ukr.net;

С. І. Пчельніков, канд. техн. наук.
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
orcid.org/0000-0003-3007-7474
e-mail: faer777sky@gmail.com

В. М. Ушань
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
orcid.org/0000-0001-9076-9574
e-mail: vvbar.off@gmail.com

МЕТОД КОДУВАННЯ НИЗЬКОІНФОРМАТИВНИХ СЕГМЕНТІВ ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОСТУПНОСТІ

Вступ

Відеоінформаційні ресурси мають значне місце в сучасному світі. Вони використовуються для [1–3]: систем управління, під час прийняття рішень; отриманні дистанційної інформації під моніторингу об'єктів, які розташовані на відстані; здійснення відеоконтролю об'єктів, як складова системи об'єктивного контролю; реалізації відеоконференційного зв'язку.

Попит на використання відеосервісів та отримання необхідного відеоресурсу постійно зростає [4–7]. Виникають потреби у підвищення його якісних характеристик. Сюди входить:

- 1) забезпечення необхідної доступності, включно зменшення часових затримок на доставку або обмін відеоінформаційними ресурсами;
- 2) забезпечення потрібного рівня цілісності відеоінформації.

Водночас виникає дисбаланс між рівнями інтенсивності відеопотоку та існуючими характеристиками щодо забезпечення пропускної здатності інформаційно-телекомунікаційних систем [8; 9]. Це призводить до *суперечності* між означеними вимогами до якісних характеристик відеосервісів [10–12]. Звідси існує актуальна *наукова проблема*, яка стосується підвищення рівня доступності відеоінформаційних ресурсів в умовах забезпечення їх цілісності з використанням інформаційних та телекомунікаційних технологій.

Означені технології використовуються на різних етапах доставки відеоінформації [13; 15–17]. Одним з напрямком вирішення сформульованої проблеми є використання технологій кодування відеопотоку (кодування динамічної послідовності відеокадрів) [18–21].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Для зменшення навантаження на інформаційно-телекомунікаційні системи (ІТС) використовуються методи зменшення бітового об'єму інформаційних потоків. Існує багатий спектр різних технологічних рішень в цьому напрямку [22–25]. Це методи на JPEG платформі [26–27] та методу класу H26* [28–30]. Таки методи мають загальну особливість. Вона стосується використання технологічних механізмів відносно скорочення психовізуальної надмірності на послідовності етапів обробки відеоданих (сегментів відеокадрів) [31; 32]. Для зниження бітових об'ємів відеоресурсів використовують кілька десятків технологічних рішень [17–23]. Тут потрібно враховувати, що найбільша кількість надмірності у зображеннях, обумовлена наявністю психовізуальних особливостей зорового апарату. Особливості зорової системи людини полягають в обмеженій чутливості щодо сприйняття відеосцени, а саме в області колірному відображення в порівнянні з яскравістю, та в області високих частот у порівнянні з областю низьких частот. Тому технологічні рішення в цій галузі розрізняються в основному підходами щодо виявлення та усунення психовізуальної надмірності відеокадрів. Водночас існуючі підходи не достатній мірі враховують семантичну та структурну вагу сегментів. Це призводить до виникнення втрат цілісності в умовах збільшення рівня стиснення відеоданих [12–15]. Звідси, для сучасних технологій кодування існує протиріччя, обумовлене наявністю обернено пропорційної залежності між об'ємом кодованих сегментів та рівнем їх синтаксичної й семантичної цілісності.

Це призводить до виникнення певних втрат [14; 30], тобто:

1) втрати цілісності відеоінформаційних ресурсів в умовах збільшення рівня їх стиснення. Наприклад, при збільшенні рівня стиснення до 30 раз виникають істотні втрати інформації для високоінформативних сегментів;

2) втрати доступності інформації. Це стосується випадків кодування низько інформативних сегментів у разі застосування загальних механізмів збереження високого рівня цілісності відеоданих.

Тому потрібно організувати подальший розвиток методів кодування відеоресурсів у напрямку підвищення їх цілісності та доступності відеоінформації.

Постановка задачі

Вдосконалення технологій стиснення відеоданих пропонується здійснювати за такими напрямками:

1) використання процедури щодо встановлення інформативного навантаження сегментів відносно збереженні цілісності відеоресурсів;

2) розвиток та застосування в загальному процесі обробки таких методів кодування які дозволяють скорочувати надмірність без внесення додаткових втрат інформації;

3) створення методів диференційованої обробки сегментів в залежності від рівня їх інформативного навантаження.

В роботах [7; 14; 30] створено технологію ідентифікації сегментів за їх впливом на збереження семантичної цілісності (ЗСЦ). Це дозволяє виділити сегменти, які мають високий та низький рівня інформаційного навантаження. Для високоінформативних сегментів використовують процедури збереження цілісності відеоресурсу. Відповідно розроблені методи, що викладено в наступних працях : [7; 14; 30]. В той же час низькоінформативні сегменти дозволяють застосовувати такі процеси обробки, які забезпечують певне зменшення їх бітового об'єму. Зрозуміло, що це створить умови для підвищення загального рівня цілісності відеоресурсів. Тому *мета статті* полягає у розробці методу кодування низькоінформативних сегментів відеоінформаційного ресурсу для підвищення їх доступності.

Обґрунтування складових щодо представлення відеоресурсів для підвищення доступності та цілісності

Розглянемо обґрунтування вибору базової концепції для створення диференційованої обробки сегментів відеокадру з різним інформаційним навантаженням із позиції ЗСЦ відеоресурсу.

Найбільше застосування та стандартизованість мають рішення на базі JPEG платформи. Це зумовлено зокрема тим, що JPEG платформа є однією з найефективніших технологічних концепцій щодо скорочення психовізуальної надмірності. Дана платформа лежить в основі кодеків, що використовуються для зменшення бітового обсягу (властивість стиснення бітового обсягу синтаксичного опису відеоресурсів) рухомих і статичних відеокадрів. У зв'язку з чим, як базової технологічної концепції кодування сегментів відеокадрів в умовах їх диференційованої обробки з урахуванням інформаційної ролі в збереження семантичної цілісності (ЗСЦ) відеоресурсу пропонується використовувати JPEG орієнтовані технології. Це обґрунтовується тим, що тут обробка сегментів відеокадру організується у просторово-спектральному поданні з використанням таких механізмів, як:

1) обробка сегментів відеокадру організується з використанням технологій корекції синтаксичного опису з урахуванням візуального сприй-

няття. Це створює умови для обробки у режимі збереження семантичної цілісності відеоресурсів;

2) облік структурно-статистичних та психовізуальних закономірностей. Це створює умови для усунення різних видів надмірності і зниження обсягу відеоресурсу для забезпечення його доступності.

Дані технології реалізуються шляхом використання чотирьох базових компонентів ядра JPEG-платформи, а саме:

1. Перетворення вихідної моделі кольорного опису RGB в кольорорізнцеве. Виділення яскравішої і двох доповнюючих монохромних складових. Наявність такого технологічного етапу передбачалося у процесі ідентифікації сегментів, де оцінка рівня структурно-статистичної насиченості здійснюється для сегментів лише яскравої складової кольорорізнцевої моделі. Отже можна зробити висновок, що цей технологічний етап JPEG платформи є сумісним з технологією ідентифікації сегментів.

2. Сегментована обробка відеокадрів, що створює умови для: виділення їх локально-однорідних ділянок відеозображення; зниження сумарної кількості операцій, що витрачаються на виконання наступних етапів процесу обробки. Це дозволяє враховувати однорідність властивостей для локальних ділянок та скоротити обчислювальні витрати.

3. Формування просторово-спектрального представлення сегментів та виділення компонент, що несуть основну енергетичну складову в області низьких частот спектра. Тут необхідно враховувати те, що процес ідентифікації забезпечує виявлення локальних сегментів відеокадру залежно від їх інформаційної значущості для ЗСЦ відеоресурсу. Для забезпечення сумісності технологічного ядра JPEG платформи з процесом ідентифікації сегментів потрібно використовувати перетворення локальних ділянок відеокадру. Найбільш ефективним тут є двовимірне дискретне косинусне перетворення.

4. Побудова синтаксичного опису сегментів у просторово-спектральному поданні з використанням механізмів квантизації трансформант для врахування особливостей візуального сприйняття відеозображень та методів структурно-статистичного кодування.

Квантизація полягає у скалярному або векторному квантування трансформант. Тут здійснюється корекція спектральних компонент із рахунку психовізуальних особливостей відеосегменту. Для цього використовується фактор f якості, за допомогою якого досягається балансування:

- у разі збільшення величини f - рівнем доступності інформації за допомогою підвищення

кількості психовізуальної надмірності, що усувається;

- у разі зниження величини f - збереженням заданого рівня цілісності відео ресурсу.

Існують межі щодо збільшення значення фактора втрат якості (ФВЯ), після яких настають непередбачувані та неконтрольовані втрати цілісності інформації. Причому це найбільше проявляється для відеокадрів з високим рівнем структурно-статистичної насиченості. Тому пропонується величину фактора якості обирати з врахуванням значимості сегментів для збереження семантичної цілісності відеоресурсу. Відповідно, це забезпечує технологічну сумісність процесу ідентифікації сегментів та їх обробку в спектральному просторі з використанням платформи JPEG.

Друга технологічна складова відноситься до етапів обробки квантизованої трансформанти та безпосереднього формування кодових конструкцій. Тут організується виявлення та скорочення структурної та статистичної надмірності. Для цього в технологіях JPEG платформи використовується концепція, що включає наступні етапи [20–25]:

1) на першому етапі проводиться виявлення ланцюгів та визначення їх довжини $\ell(y;u)_\alpha^{(i,j)}$ для послідовності компонент трансформанти, які мають значення на нульовому рівні;

2) на другому етапі обробки формуються дві послідовності $L(y;u)_{i,j}$ та $K(y;u)_{i,j}$, які визначаються, як: $L(y;u)_{i,j}$ – вектор довжин $\ell(y;u)_\alpha^{(i,j)}$ областей незначимих компонент u -ї трансформанти, тобто:

$$L(y;u)_{i,j} = \{\ell(y;u)_1^{(i,j)}; \dots; \ell(y;u)_\alpha^{(i,j)}; \dots; \ell(y;u)_{v(u)}^{(i,j)}\}; K(y;u)_{i,j}$$

– вектор значимих компонент $k(y;u)_\alpha^{(i,j)}$ для u -ї трансформанти,

$$K(y;u)_{i,j} = \{k(y;u)_1^{(i,j)}; \dots; k(y;u)_\alpha^{(i,j)}; \dots; k(y;u)_{v(u)}^{(i,j)}\}.$$

Тут $\ell(y;u)_\alpha^{(i,j)}$ - довжина ланцюга незначимих компонент, які передують значимій компоненті $k(y;u)_\alpha^{(i,j)}$; $v(u)$ - кількість ланцюгів незначимих компонент, $\alpha = \overline{1, v(u)}$.

Для обробки векторів $L(y;u)_{i,j}$ и $K(y;u)_{i,j}$ з використанням технології на JPEG-платформі, передбачається набір методів, що базуються на обліку різних структурних і статистичних закономірностей, що містяться в них.

Отже можна зробити такі висновки:

Обґрунтовано підхід до створення методів формування ефективного синтаксичного уявлення, що створює умови для обробки відеокадрів з різним ступенем інформативного навантаження сегментів.

Побудова методу кодування сегментів не значимих за своїм впливом на втрати семантичної цілісності відеоресурсу

Розглянемо сегменти $S''(X)_{i,j}$, які не впливають на втрати СЦ відеоресурсу. Це відповідає **першому варіанту** загальної концепції створення формату представлення відеокадрів для збільшення їх цілісності та доступності. На цьому етапі формування синтаксичного опису відеокадру можна врахувати те, що для таких сегментів допускається виключення етапу, який пов'язано з виконанням ДКП-перетворення. З одного боку це обумовлено необхідною та достатньою виразністю СС властивостей щодо встановлення ОДК. З іншого боку це дозволяє скоротити часові затримки, як складової у забезпеченні доступності відеоресурсу.

В цьому разі мікросегменти $S(X)_{ij}^{(u)}$ відрізняються обмеженою кількістю $v_{ld}^{(u)}$ ОДК та збільшенням їх довжин $\ell(u)_\alpha$. В крайньому випадку величина $\ell(u)_\alpha$ може дорівнювати кількості елементів всього мікросегменту. Наприклад, $\ell(u)_\alpha = n^2$. Для таких мікросегментів допускається додаткова корекція областей

яскравісної когерентності (плавної зміни яскравості) з позиції психовізуальних особливостей їх сприйняття. Звідки **пропонується** :

а) організовувати кодове уявлення мікросегментів означеного типу в просторово-часовому просторі;

б) сукупність $\{\beta(u)_1; \dots; \beta(u)_\alpha; \dots; \beta(u)_{v_{ld}^{(u)}}\}$

початкових значень $\beta(u)_\alpha$ для α -ї ОДК для кожного u -го мікросегменту описувати їх середнім значенням $\beta(u)$. Для цього використовується вираз:

$$\beta(u) = \sum_{\alpha=1}^{v_{ld}^{(u)}} \beta(u)_\alpha$$

Досягається:

- зменшення кількості арифметичних операцій (зниження часових затримок на доступ та отримання ВІР), що є наслідком усунення етапу, який пов'язаний з виконанням дискретно-косинусного перетворення;

- скорочення кількості даних (параметрів), які використовуються для опису мікросегментів, а слід й зменшується загальний бітовий об'єм на кодове уявлення всього сегменту.

Структурно-функціональна схема методу кодування сегментів з низьким рівнем кількісною оцінки рівня структурно-статистичної насиченості наведено на рис. 1.

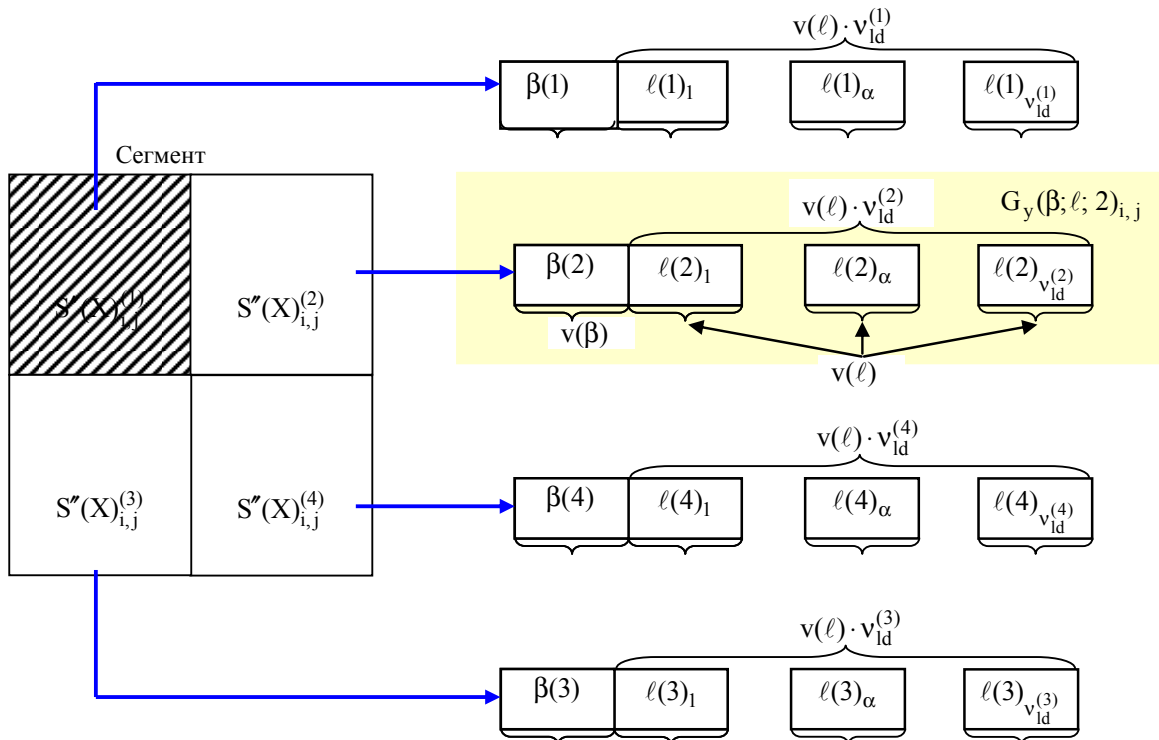


Рис. 1. Структурно-функціональна схема методу обробки сегментів, які не впливають на втрати СЦ

Сукупність даних та розподіл кількості біт на їх кодове уявлення пропонується обирати наступним чином:

1) максимальна довжина ОДК може дорівнювати загальній кількості елементів в мікросегменті. В теж час:

- їх кількість $v_{ld}^{(u)}$ є обмеженою;

- такі відомості мають найбільший вплив з позиції якості візуального сприйняття й забезпечення завадостійкості.

Тому кількість $v(\ell)$ біт на уявлення величин $\ell(u)_{\alpha}$, $\alpha = 1, v_{ld}^{(u)}$ пропонується обирати рівномірною для всього сегменту, та такою, що дорівнює 6 біт, $v(\ell) = 6$;

2) величини $\beta(u)$ не мають істотного впливу на забезпечення завадостійкості та якості візуального сприйняття. Звідки пропонується їх кодовий опис здійснювати із залученням 6 біт. Тут молодші два біти усуваються. Навпаки, при відновленні сегменту, два біти додаються. Отже кількість $v(\beta)$ біт на представлення величин $\beta(u)$ є рівномірною та такою що визначається формулою $v(\beta) = 6$.

Загальний бітовий об'єм $V(S''(X)_{i,j})$ сегментів, які не впливають на втрату СЦ ВІР визначається виразом :

$$V(S''(X)_{i,j}) = 4v(\beta) + v(\ell) \cdot \sum_{u=1}^4 v_{ld}^{(u)},$$

де $\sum_{u=1}^4 v_{ld}^{(u)}$ - загальна кількість ОДК в сегменті.

Синтаксичний опис мікросегменту $S''(X)_{i,j}^{(u)}$ представляється кодовою конструкцією $G_y(\beta; \ell; u)_{i,j}$, тобто :

$$S''(X)_{i,j}^{(u)} \rightarrow G_y(\beta; \ell; u)_{i,j} = \left\{ \beta(u); \ell(u)_{\alpha}; \dots; \ell(u)_{v_{ld}^{(u)}} \right\}.$$

Стосовно наведеного матеріалу можна зробити наступне заключення. Побудовано метод для створення синтаксичного опису компактного уявлення сегментів, які не впливають на втрату семантичної цілісності ВІР. За для забезпечення: стійкості до мережних помилок, використання обмеженої складності обчислювального процесу та досягнення найбільшого рівня щодо зменшення бітового об'єму – **пропонується** проводити наступні етапи обробки враховуючі відсутність впливу на втрату СЦ ВІР, а саме :

1) виключати кількість психовізуальної надмірності в часовому просторі на основі :

- виявлення областей допустимої корекції за локальним показником δ_{loc} ;

- округляти базові елементи ОДК до 6 старших біт (тобто виключення двох молодших біт)

2) усувати структурну надмірність на основі формування параметрів для опису ОДК.

Висновки

1. Обґрунтовано підхід до створення методів формування ефективного синтаксичного уявлення, що створює умови для обробки відеокадрів з різним ступенем інформативного навантаження сегментів. Запропоновано, як базову платформу використовувати JPEG концепт.

2. Обґрунтовано потреба подальшого вдосконалення методів кодування низькоінформативних сегментів. Це дозволяє підвищити рівень стиснення відеоданих та забезпечити умови для підвищення доступності відеоресурсу.

3. Побудовано метод для створення синтаксичного опису компактного уявлення сегментів, які не впливають на втрату семантичної цілісності ВІР. За для забезпечення: стійкості до мережних помилок, використання обмеженої складності обчислювального процесу та досягнення найбільшого рівня щодо зменшення бітового об'єму – **пропонується** проводити наступні етапи обробки враховуючі відсутність впливу на втрату СЦ ВІР, а саме:

1) виключати кількість психовізуальної надмірності в часовому просторі на основі:

- виявлення областей допустимої корекції за локальним показником δ_{loc} ;

- округляти базові елементи ОДК до 6 старших біт (тобто виключення двох молодших біт)

2) усувати структурну надмірність на основі формування параметрів для опису ОДК.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Одарченко Р., Іванова М., Рябенко М., Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М. Метод аналізу взаємодії параметрів qoe та qos на основі алгоритмів керування машинами. *Наукоємні технології*. 2022. № 4(56). С. 305–316. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17130>.
- [2] Шульгін С. С. Технологія кодування трансформованих відеосегментів в нерівноваговому діагонально-позиційному просторі. *Наукоємні технології*, 2022, № 2(54), С. 147–154. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.54.16752>
- [3] Barannik V. Technology of Structural-Binomial Coding to Increase the Efficiency of the Functioning of Computer Systems, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)* (Kyiv, Ukraine),

- 2022, pp. 96-100, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024205.
- [4] Chen T.-H., Wu Ch.-S. Efficient multi-secret image sharing based on Boolean operation. *Signal Processing*. 2011. Vol. 91, Iss. 1. P. 90–97. DOI: 10.1016/j.sigpro.2010.06.012.
- [5] Barannik V., Krasnorutsky A., Kolesnik V., Barannik V., Pchelnykov S., Zeleny P. Compression method in terms of ensuring the fidelity of video images in infocommunication networks. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2022, no 4(100). P. 10–24. DOI: 10.32620/reks.2022.5/09.
- [6] Krasnorutsky A., Onyshchenko R., Barannik D., Barannik V. The Methods of Intellectual Processing of Video Frames in Coding Systems in Progress Aeromonitor to Increase Efficiency and Semantic Integrity, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 53–56, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024208.
- [7] Козловський В., Савченко А., Толстїкова О., Клобукова Л. Критерії вибору спектрально-ефективних сигналів у бездротових інформаційних мережах. *Наукоємні технології*. 2022. № 4 (56). С. 286–273. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17125>.
- [8] Barannik V., Babenko Y., Barannik V., Kolesnyk V., Zhuikov D. Method Taking into Account Level of Structural and Statistical Saturation of Video Segments in the Coding Process, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 66–71, doi: 10.1109/ATIT58178.2022.10024193.
- [9] Гаврилов Д. С., Бучік С. С., Бабенко Ю. М., Шульгін С. С., Слободянюк О. В. *Method of processing video data with the possibility of their protection after quantization. Radioelectronic and Computer Systems*. Вип. 2. С. 64–77. DOI: doi.org/10.32620/reks.2021.2.06.
- [10] Бараннік В.В., Красноруцький А.О., Колесник В.О., В.В. Твердохліб Метод кодування трансформованих відеозображень в структурно-кластерному просторі. *Наукоємні технології*. 2022. № 3. С. 32 – 41. doi: doi.org/10.18372/2310-5461.55.16903
- [11] Belikova T. and Sidchenko S., The Method Drawing up the Text with the Set Suggestive Orientation to Create a Hidden Channel, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 106-110, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024206.
- [12] Tsai Ch.-L., Chen Ch.-J., Hsu W.-L. Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm. *Carnahan Conference on Security Technology (ICCSST)*: proceedings of the IEEE International Conference. 2012. P. 135–139. DOI: 10.1109/CCST.2012. 6393548.
- [13] Barannik V., Shulgin S., Barannik D. and Sidchenko Y. Quadrature Compression Technology in Two-Level Polyadic Space for Infocommunication Systems, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 84–87, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024217.
- [14] Шульгін С. С. Метод динамічного кодування сегментів відео потоку шляхом з'ясування структурних змін у нерівняжному діагонально-позиційному просторі. *Наукоємні технології*, 2022, №3(55). С. 238–243.
- [15] Krasnorutsky A., Kolesnyk V., Berchanov A., Barannik V., Kharchenko N. and Malko O. Method of Structural-Statistical Coding of Video Segments in Spectral-Cluster Space, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 32–37, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024240.
- [16] Slobodyanyuk O., Krasnorutsky A., Bezruk V., Onyshchenko R., Kolesnyk V. and Podlesny S. Approach to Coding with Improved Integrity of Video Information for Transmission in Wireless Infocommunication Networks, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 38–42, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024245.
- [17] Information technology – JPEG 2000 image coding system: Secure JPEG 2000 [Text]. International Standard ISO/IEC 15444-8, ITU-T Recommendation T. 807, 2007. 108 p.
- [18] Barannik D. and Barannik V. Steganographic Coding Technology for Hiding Information in Infocommunication Systems of Critical Infrastructure, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 88–91, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024185.
- [19] Odarchenko R., Gnatyuk V., Gnatyuk S., Abakumova A. Security key indicators assessment for modern cellular networks. *System Analysis & Intelligent Computing (SAIC)*: proceedings of the IEEE First International Conference, 2018. P 1–7. <https://doi.org/10.1109/SAIC.2018.8516889>.
- [20] Barannik, V. et al. (2023). A Method of Scrambling for the System of Cryptocompression of Codograms Service Components. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) *Emerging Networking in the Digital Transformation Age. TCSET 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Switzerland, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1_26.
- [21] Minemura K., Moayed Z., Wong K., Qi X., Tanaka K. JPEG image scrambling without

- expansion in bitstream size. Image Processing: proceedings of the 19th IEEE International Conference, 2012. P. 261–264. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2012.6466845>.
- [22] Barannik V., Sidchenko S., Barannik D. and Ignatyev O. The Concept Of Creating A Complex Cryptocompression Image Protection System In Infocommunications, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 101–105, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024210.
- [23] Barannik V., Barannik N., Khimenko V. Method of indirect information hiding in the process of video compression. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2021. № 4. P. 119–131. <https://doi.org/10.32620/reks.2021.4>.
- [24] Shulgin S., Barannik V. and Barannik N. Dynamic Coding Method of Video Segments Stream by Specifying Structural Changes, *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, (Kyiv, Ukraine), 2022, pp. 76–79, DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024179.
- [25] Barannik, V. et al. (2023). Processing Marker Arrays of Clustered Transformants for Image Segments. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) *Emerging Networking in the Digital Transformation Age. TCSET 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Switzerland, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1_25.
- [26] Бараннік В. В., Красноруцький А. О., Пасинчук К. М., Бабенко Ю. М., Степанко О. С. and Тупица І. М. (2022) A Method for Restructuring Video Data in Compressed Coding Systems to Increase Reliability, *Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, (88), pp. 50–59. doi: 10.20535/RADAP.2022.88.50-59.
- [27] Бараннік В. В., Шульгін С. С., Онищенко Р., Ушань В., Ігнат'єв О. Модель інформативного опису спектрального простору відеосегментів діагонально нерівномірною текстурою. *Наукоємні технології*. 2022. № 4 (56). С. 259–267. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.56.17124>.
- [28] Бараннік В. В., Красноруцький А. О., Колесник В. О., Пчельніков С. І., Бабенко Ю. М. and Шейгас О. М. (2022) A Method of Coding Video Segments in Spectral-Cluster Space with Detection of Structural Features, *Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, (90), pp. 21–30. doi: 10.20535/RADAP.2022.90.21-30.
- [29] Бараннік В. В., Бабенко Ю. М., Бараннік В. В., Колесник В. О. Метод кодування значимих за впливом на семантичну цілісність відеосегментів для забезпечення доступності. *Наукоємні технології*. 2022. № 2 (54). С. 118–126. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.54.16749>.
- [30] Barannik V., Barannik N., Slobodyanyuk O. Indirect information hiding technology on a multiadic basis. *Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2021, Volume T. 11, nr 4, Pages 14–17. DOI 10.35784/iapgos.2812.
- [31] Гаврилов Д. С., Бараннік В. В., Колесник В. О., Шульгін С. С., Єрмаченков А. В. and Савчук М. В. (2022) Method of Visual Data Processing in Telecommunication Network Based on JPEG Platform and Arithmetic Coding, *Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika Radioaparotobuduvannia*, (89), pp. 21–28. doi: 10.20535/RADAP.2022.89.21-28.

Бучік С. С., Бабенко Ю. М., Цімура Ю. В., Пчельніков С. І., Ушань В. М.

МЕТОД КОДУВАННЯ НИЗЬКОІНФОРМАТИВНИХ СЕГМЕНТІВ ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОСТУПНОСТІ

Обґрунтовується значимість відеоінформаційного ресурсу для багатьох прикладних сфер. В тому числі сюди відносяться системи управління, відеоконтролю, моніторингу, відеоконференційного зв'язку. Показується наявність дисбалансу між рівнями інтенсивності відеопотоку та існуючими характеристиками щодо забезпечення пропускну здатності інформаційно-телекомунікаційних систем. Це призводить до суперечності між означеними вимогами до якісних характеристик відеосервісів. Звідси існує потреба відносно підвищення рівня доступності відеоінформаційних ресурсів в умовах забезпечення їх цілісності з використанням інформаційних та телекомунікаційних технологій. Означені технології використовуються на різних етапах доставки відеоінформації. Одним з напрямком вирішення сформульованої проблеми є використання технологій кодування відеопотоку. Однак існуючі підходи не достатньо враховують семантичну та структурну вагу сегментів. Це призводить до виникнення втрат цілісності в умовах збільшення рівня стиснення відеоданих. Звідси, для сучасних технологій кодування існує протиріччя. Воно обумовлено наявністю обернено пропорційної залежності між об'ємом кодування сегментів та рівнем їх семантичної цілісності. Обґрунтовано, що низькоінформативні сегменти дозволяють застосовувати нові процеси обробки. Вони забезпечують певне зменшення бітового об'єму сегментів. Показано, що це створює умови для підвищення загального рівня цілісності відеоресурсів. Тому мета статті полягає у розробці методу кодування низькоінформативних сегментів відеоінформаційного ресурсу для підвищення їх доступності. Побудовано метод для створення синтаксичного опису компактного уявлення сегментів. При цьому вони не

впливають на втрату семантичної цілісності відеоресурсу. Метод включає наступні етапи обробки. Перший - виключати кількість психовізуальної надмірності в часовому просторі на основі: виявлення областей допустимої корекції за локальним показником; округляти базові елементи області допустимої корекції до шести старших біт. Другий – усувати структурну надмірність на основі формування параметрів для опису області допустимої корекції.

Ключові слова: відеоінформаційні ресурси, інформаційна безпека, кодування відеоданих, низькоінформативні сегменти відеокадрів, рівень стиснення.

Buchyk S., Babenko Yu., Tsimura Yu., Pchel'nikov S., Ushan V.

METHOD OF ENCODING LOW-INFORMATIVE SEGMENTS OF THE VIDEO INFORMATION RESOURCE TO INCREASE THEIR AVAILABILITY

The significance of the video information resource for many applied areas is substantiated. This includes control systems, video control, monitoring, video conferencing. The presence of an imbalance between the levels of video stream intensity and the existing characteristics for ensuring the bandwidth of information and telecommunication systems is shown. This leads to a contradiction between the specified requirements for the quality characteristics of video services. Hence, there is a need to increase the level of availability of video information resources in the context of ensuring their integrity using information and telecommunication technologies. These technologies are used at different stages of video information delivery. One of the solutions to the formulated problem is the use of video stream coding technologies. However, the existing approaches do not sufficiently take into account the semantic and structural weight of the segments. This leads to loss of integrity in the face of increasing the level of video data compression. Hence, there is a contradiction for modern coding technologies. It is due to the presence of an inversely proportional relationship between the volume of encoded segments and the level of their semantic integrity. It is substantiated that low-informative segments allow the use of new processing processes. They provide a certain reduction in the bit volume of segments. It is shown that this creates the conditions for increasing the overall level of integrity of video resources. Therefore, the purpose of the article is to develop a method for encoding low-informative segments of a video information resource to increase their availability. A method for creating a syntactic description of the compact representation of segments is constructed. However, they do not affect the loss of semantic integrity of the video resource. The method includes the following processing steps. The first is to exclude the amount of psychovisual redundancy in time space based on: identification of areas of permissible correction according to a local indicator; round the base elements of the permissible correction area to six older bits. The second is to eliminate structural redundancy based on the formation of parameters to describe the area of permissible correction.

Keywords: video information resources, information security, video data coding, low-informative segments of video frames, compression level.

Стаття надійшла до редакції 29.02.2023 р.

Прийнято до друку 12.04.2023 р.