

РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

УДК 004.622: 517.927

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/07>

Бараннік В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Ревва К.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ В СИСТЕМАХ СТИСНЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ВІДЕОДАНИХ

В статті наляється обґрунтування залежності між розвитком інформатизації суспільства та якістю функціонування відеоінформаційних сервісів. Виявляються найбільш затребувані вимоги до таких інформаційних сервісів. Вони стосуються сукупності параметрів щодо скорочення часових затримок доставки відеоінформації та забезпечення її цілісності. Встановлена тенденція щодо зростання швидкості передачі даних з використанням сучасних телекомунікаційних систем. Однак, в статті робиться наголос на те, що темпи збільшення бітової інтенсивності відеопотоку мають більш динамічні характеристики. Це зумовлено вимогами до повноти (роздільної здатності) відеоданих. Важливим фактором тут є інтелектуалізації процесів аналізу та прийняття рішень. Для вирішення таких питань застосовується комплекс технологічних засобів. Серед них важливим є зменшення рівня бітової інтенсивності. В той же час функціонування технологій стиснення відеоданих супроводжується суперечністю. Це стосується таких показників, як: рівень стиснення; цілісність відновлених відеоданих; часові затримки на обробку. Основна причина наявності суперечностей в процесі функціонування систем стиснення є те, що базовою компонентою для додаткового зменшення бітового об'єму є врахування психовізуальних просторових залежностей. Вихід з означеної ситуації можливо побудувати шляхом додаткового врахування особливостей відеозображень інших типів. Напрямок є використання методу усічено-позиційного кодування. Тут необхідно враховувати часові затримки, що виникають в процесі стиснення та відновлення відеоданих. Відповідно виникає потреба в удосконаленні методу відновлення відеоданих в локаційно-діагональному форматі в напрямку скорочення часових затримок на обробку. Розроблено метод відновлення відеоданих на основі локаційно-діагонального декодування в усічено-позиційному просторі трансформованих відеосегментів. В сонові лежать властивості локаційного простору, який будується з врахуванням структурних особливостей спектрального простору. При цьому забезпечується реконструкція даних без втрат інформації. Часові затримки на реалізацію створеного методу мають лінійну залежність від кількості елементів в перехідному форматі діагоналей трансформант.

Ключові слова: телекомунікаційні системи, відео-сервіси, цілісність відеоданих, локаційно-діагональне декодування, надмірність.

Постановка проблеми. Стан розвитку інформатизації суспільства дедалі більше визначається якістю роботи відеоінформаційних сервісів (ВІС). Прикладами таких відеосервісів є: стрімінгові платформи [1, с. 3]: YouTube, Netflix, Hulu, Megogo; відеоконференцзв'язок: Zoom, Microsoft Teams, Google Meet; освітні платформи: Coursera, edX, Prometheus; відеоспостереження (ССТV, ІР-камери): Axis Communications, Hikvision; відео

з супутників: геопросторові сервіси спостереження (Planet Labs, Maxar Technologies). В той же час стають більш затребуваними вимоги до таких інформаційних сервісів з боку користувачів. Це в перше чергу стосується сукупності таких параметрів [2, с. 2]: затримка передачі інформації; джитер; втрати пакетів; пропускна здатність. Саме такі показники є найбільш впливовими щодо оперативності доставки відеоінформації та її цілісності.

© Бараннік В.В., Ревва К.В., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Тому за сукупністю означених показників формується поняття якості відео-сервісів. Відповідно створюються рекомендації за системою QoS.

Тут можна окреслити такі рекомендації [3, с. 3]: затримка – для відеоконференцій і онлайн-трансляцій прийнятною вважається рівень не більш ніж 150 мс; джитер – допустима межа для відео не більш 30 мс; втрати пакетів – для потокового відео допустимо не більше 1% втрат, а для критичних застосувань (дрони, безпека, військові системи) не більш 0,1%.

Звідси формуються вимоги до швидкості передачі відеоданих. Наприклад, для передачі відеопотоку з форматом кадру Full HD відео (1080p) необхідно забезпечити пропускну здатність телекомунікаційних систем не менш ніж 10–20 Мбіт/с. У разі формату кадрів 4K потрібний рівень швидкості передачі 30 Мбіт/с.

Одними з поширених телекомунікаційних технологій, які використовуються для передачі відеоданих, є наступні:

1) дротові: xDSL (ADSL, VDSL): пропускну здатність 1–100 Мбіт/с (затримка ~40–70 мс); DOCSIS: 50–1000 Мбіт/с (нові версії 1–2 Гбіт/с), затримка ~20–40 мс; оптоволоконні мережі (FTTH, GPON, XGS-PON): 1–10 Гбіт/с і більше, затримка ~5–15 мс;

2) бездротові, включно:

– стільникові мережі: 3G: швидкість до 2–10 Мбіт/с (затримка ~100–150 мс); 4G/LTE: 20–150 Мбіт/с (затримка ~30–50 мс); 5G: до 10 Гбіт/с (затримка ~5–10 мс, а у режимі URLLC –1–5 мс);

– супутникові мережі: традиційні GEO-супутники: 10–100 Мбіт/с, затримка ~600 мс (в середньому 500–700 мс); нові системи LEO (Starlink, OneWeb): 50–250 Мбіт/с; затримка ~20–40 мс; Wi-Fi мережі (WLAN); Wi-Fi 5 (802.11ac): до 1 Гбіт/с, затримка ~10–30 мс; Wi-Fi 6/6E (802.11ax): до 10 Гбіт/с, затримка ~5–15 мс; Wi-Fi 7 (802.11be, очікувано): до 30–40 Гбіт/с, затримка ~1–5 мс.

З аналізу наведених даних, можна зрозуміти наявність певної тенденції щодо зростання швидкості передачі даних з використанням сучасних телекомунікаційних систем. Однак темпи збільшення бітової інтенсивності відеопотоку мають більш динамічні характеристики [4, с. 4]. Це зумовлено вимогами до повноти (роздільної здатності) відеоданих. Важливим фактором тут є інтелектуалізації процесів аналізу та прийняття рішень. Особлива критичність до вимог щодо якості відеосервісу за часовими затримками, цілісністю та повнотою висувуються у разі використання відеоінформаційного аналізу для підвищення безпеки та ефектив-

ності функціонування критичної інфраструктури в кризових умовах. Отже під час передачі відеоданих зачасти виникає дисбаланс, що спричиняє перевантаження телекомунікаційних систем.

Для вирішення таких питань застосовується комплекс технологічних засобів. Серед них важливим є зменшення рівня бітової інтенсивності [5, с. 3]. В той же час функціонування технологій стиснення відеоданих супроводжується суперечністю. Це стосується таких показників, як: рівень стиснення; цілісність відновлених відеоданих; часові затримки на обробку [6, с. 5]. Тому актуальною *науково-прикладною задачею* є підвищення ефективності стиснення відеоданих для їх передачі в телекомунікаційних мережах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основна причина наявності суперечностей в процесі функціонування систем стиснення є те, що базовою компонентою для додаткового зменшення бітового об'єму є врахування психовізуальних просторових залежностей [7, с. 2; 8, с. 3]. Водночас облік таких особливостей в процесі скорочення кількості надмірності супроводжується внесенням втрат цілісності інформації. Відповідно зменшення цих втрат буде обмежувати рівень стиснення відеоданих [9, с. 4]. Вихід з означеної ситуації можливо побудувати шляхом додаткового врахування особливостей відеозображень інших типів. Напрямок є використання методу усічено-позиційного кодування, який викладено в роботі [10, с. 3; 11, с. 2]. Додаткове скорочення бітового об'єму досягається шляхом обліку нових типів залежностей в локаційно-діагональному форматі трансформованих сегментів відеозображення. Отже такий підхід має певний сегмент щодо свого практичного застосування в сучасних та перспективних телекомунікаційних системах.

Постановка завдання. Використання нових технологій стиснення в сучасних інформаційно-телекомунікаційних системах висуває певні вимоги щодо часових затримок на обробку. Тут необхідно враховувати часові затримки, що виникають в процесі стиснення та відновлення відеоданих. Для скорочення затримок в процесі стиснення створено метод швидкого локаційного кодування [12, с. 5]. Відповідно виникає потреба в удосконаленні методу відновлення відеоданих в локаційно-діагональному форматі в напрямку скорочення часових затримок на обробку.

Тому *метою статті* є розробка методу відновлення відеоданих на основі локаційно-діагонального декодування для зменшення часових затримок без втрати цілісності.

Виклад основного матеріалу. Початковими даними для відновлення перехідних послідовностей $U(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ діагоналей трансформованих відеосегментів є наступні: значення $E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ локаційного коду; обмеження $w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ на діапазон багатозначних величин $u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ перехідного діагонального формату. В процесі відновлення пропонується використовувати наступні властивості локаційно-діагонального формату в усічено-позиційному (УП) просторі:

1) локаційний код $E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ утворюється сумою величин інформативно-позиційної ваги $\Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ УП простору:

$$E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = \sum_{\chi=1}^{n_\xi} \Delta_\chi V(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)};$$

2) поточне значення $\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ локаційного коду складової перехідного числа зі старшим елементом $u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$, $t_\chi < u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$, буде мати наступний діапазон значень:

$$t_\chi \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \leq \Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} < (t_\chi + 1) \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}.$$

Розглянемо варіант прямого (безпосереднього) встановлення значення величини $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Процес декодування пропонується проводити починаючи зі старших елементів УПЧ. Для цього представимо вираз для знаходження кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ всього ξ -го УПЧ через величину $\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Отже маємо:

$$\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = \sum_{\gamma=1}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} = \sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} + \sum_{\gamma=\chi}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}. \quad (1)$$

Необхідно з правої частини цього співвідношення виділити другу складову, а саме $\sum_{\gamma=\chi}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$. Пропонується додатково використовувати такі властивості позиційного базису:

Перша властивість стосується виконання нерівності:

$$V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} > \sum_{\gamma=\chi}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}. \quad (6.19)$$

Означену властивість можна застосовувати для розмежування складових правої частини виразу (1). Таке розмежування проводиться шляхом відсічі складової $\sum_{\gamma=\chi}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$ від кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$. Для цього виконується наступне математичне перетворення: $[\frac{\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}}]$. Тоді маємо:

$$\left[\frac{\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} \right] = \frac{\sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} + \sum_{\gamma=1}^{\chi-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot \Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}. \quad (2)$$

Тут $\Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$ – величина накопиченого перемноження діапазонів зміни значень компонент χ -ї складової діагоналі, яка визначається межами $\gamma = \overline{1, \chi-1}$. Для її визначення використовується друга властивість позиційного базису. Вона стосується визначення вагових коефіцієнтів для елементів УПЧ. Тобто:

$$V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} = \left(\prod_{\phi=\gamma+1}^{\chi-1} w(\alpha, \beta, \tau)_\phi^{(\ell, \xi)} \right) \cdot w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$$

для $\gamma = \overline{1, \chi-1}$. (3)

Звідки вага $V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$ дорівнює:

$$V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} = V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \cdot w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)},$$

а величина $\Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$:

$$\Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} = \prod_{\phi=\gamma+1}^{\chi-1} w(\alpha, \beta, \tau)_\phi^{(\ell, \xi)}.$$

Звідси для отримання першої складової $\sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$ виразу (1) необхідно помножити величину $\sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot \Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}$ (вираз (2)) на вагу $V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$. Після чого маємо:

$$\sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot (\Delta^\chi V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}) = \sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)}. \quad (4)$$

Тоді величина $\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ знаходиться на основі узагальнення виразів (2) – (4). А, саме:

$$\sum_{\gamma=\chi}^{n_\xi} u(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_\gamma^{(\ell, \xi)} = \hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} - \left[\frac{\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} \right] \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}$$

або

$$\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} - \left[\frac{E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} \right] \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}. \quad (5)$$

Отже шляхом заміни величини $\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ в формулі:

$$\mu_\chi = \left[\Delta_\chi E(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} / V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} \right].$$

виразом (5) формується співвідношення для відновлення значення довільного χ -го елемента ξ -го УПЧ. Тобто маємо:

$$u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)} = \left[\frac{\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} - \left[\frac{\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}}{V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)}} \right] \cdot V(\alpha, \beta, \tau)_{\chi-1}^{(\ell, \xi)} \right] / V(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}. \quad (6)$$

В цьому випадку для отримання значення елемента $u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ потрібно знати тільки інформацію щодо: кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ та діапазонів $w(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ зміни значень компонент ξ -ї діагоналі, $\gamma = \overline{1, n_\xi}$.

Відновлення елементів здійснюється за довільною їх позицією χ в УПЧ шляхом безпосереднього використання початкового кодового значення $\hat{A}(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$ в незалежності від процесу відновлення інших елементів. Отже співвідношення (5) створює достатню умову щодо реалізації процесу усічено-позиційного декодування.

В результаті використання виразу (6) організується відновлення елементів $u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}$ перехідного формату усічено-позиційного числа $U(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)}$:

$$U(\alpha, \beta)_\tau^{(\ell, \xi)} = \{ u(\alpha, \beta, \tau)_1^{(\ell, \xi)}; \dots; u(\alpha, \beta, \tau)_\chi^{(\ell, \xi)}; \dots; u(\alpha, \beta, \tau)_{n_\xi}^{(\ell, \xi)} \}.$$

Висновки. Розроблено метод відновлення відеоданих на основі локаційно-діагонального декодування в усічено-позиційному просторі трансформованих відеосегментів. В сонові лежать властивості локаційного простору, який будується з врахуванням структурних особливостей спектрального простору. При цьому забезпечується реконструкція даних без втрат інформації. Часові затримки на реалізацію створеного методу мають

лінійну залежність від кількості елементів в перехідному форматі діагоналей трансформант.

Наукова новизна. Вперше створено метод відновлення елементів блокового коду на основі використання властивостей усічено-позиційного базису. Відмінності методу стосуються незалежного відновлення елементів за їх довільною позицією в УП числі шляхом безпосереднього використання початкового кодового значення.

Список літератури:

1. Latif A., Mehrnahad Z. A Novel Image Encryption Scheme Based on Reversible Cellular Automata. *Journal of Electronic & Information Systems*. 2019. Vol. 1, iss. 1. P. 18–25. DOI: 10.30564/jeisr.v1i1.1078.
2. Zia U., McCartney M., Scotney B. et al. Survey on image encryption techniques using chaotic maps in spatial, transform and spatiotemporal domains. *International Journal of Information Security*. 2022. Vol. 21. P. 917–935. DOI: 10.1007/s10207-022-00588-5.
3. Pekhimenko M. Seltzer. Understanding Image Compression Artifacts: A Comprehensive Spectral and Structural Analysis. *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 29, 2020, pp. 995–1008. doi: 10.1109/TIP.2019.2945678
4. Bas P., Filler T., Pevný T. Break our steganographic system – the ins and outs of organizing BOSS. In T. Filler, T. Pevný, A. Ker, and S. Craver, editors, *Information Hiding, 13th International Conference*. – vol.6958 of *Lecture Notes in Computer Science*. pp. 59–70. Prague, Czech Republic. 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24178-9_5.
5. Barannik V. et al. Method of Coding Video Images Based on Meta-Determination of Segments. In: Luntovskyy, A., Klymash, M., Melnyk, I., Beshley, M., Schill, A. (eds) *Digital Ecosystems: Interconnecting Advanced Networks with AI Applications. TCSET 2024. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 1198. 2024. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61221-3_27.
6. Barannik V., Karpenko S. Method of the 3-D image processing, 2008 International Conference on "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science" (TCSET), Lviv, Ukraine, 2008, pp. 378–380.
7. Barannik V., Alimpiev A., Barannik D., Barannik N. Detections of sustainable areas for steganographic embedding. *East-West Design & Test Symposium (EWDTTS)*. IEEE, 2017. P. 555–558. DOI: 10.1109/EWDTTS.2017.8110028.
8. Баранник В. В., Гулак Н. К., Королева Н. А. Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей. *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. 2009. № 1. С. 84–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2009_1_13
9. Barannik V., Shiryayev A. Quadrature compression of images in polyadic space. *Proceedings of International Conference on Modern Problem of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science*, 2012, pp. 422–422. INSPEC Accession Number: 12713484.
10. Баранник В.В., Шульгін С.С., Баранник Д.В., Онищенко Р.С., Ревва К.В., Ігнат'єв О.О. Метод формування інформативно-позиційної ваги для усічено-позиційної кодової системи представлення трансформованих відеосегментів. *Наукоємні технології*. 2023. № 2. С. 156–163. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.58.17652>.
11. Баранник В.В., Ревва К.В., Шульгін С.С., Бабенко Ю.М., Онищенко Р.С., Белікова Т.В., Ігнат'єв О.О. Технологія ковзного кодування нерівномірних діагональних послідовностей в двовимірному спектральному просторі трансформанти. *Visnyk NTUU KPI Serii A – Radiotekhnika Radioaparatabuduvannia*, (94), pp. 41–53. <https://doi.org/10.20535/RADAP.2023.94.13-23>
12. Баранник В.В., Шульгін С.С., Баранник Д.В., Онищенко Р.С., Ревва К.В. Метод усічено-позиційного декодування трансформант за нерівномірно-діагональним форматом. *Наукоємні технології*. 2023. № 3. С. 280–288. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.59.17949>

Barannik V.V., Revva K.V. METHOD OF RESTORATION IN COMPRESSION SYSTEMS TO ENSURE THE INTEGRITY OF VIDEO DATA

The article provides a justification of the relationship between the development of the informatization of society and the quality of functioning of video information services. The most demanded requirements for such information services are identified. They relate to a set of parameters regarding the reduction of time delays in video information delivery and the preservation of its integrity. A trend toward increasing

data transmission speed using modern telecommunication systems has been established. However, the article emphasizes that the rate of increase in the bit intensity of the video stream has more dynamic characteristics. This is due to the requirements for completeness (spatial resolution) of video data. An important factor here is the intellectualization of analysis and decision-making processes. A set of technological tools is used to solve such issues. Among them, the reduction of bit intensity is important. At the same time, the functioning of video data compression technologies is accompanied by a contradiction. It concerns such indicators as the level of compression, the integrity of restored video data, and processing time delays. The main reason for the presence of contradictions in the functioning of compression systems is that the basic component for further reduction of bit volume is the consideration of psychovisual spatial dependencies. A way out of this situation can be built by additionally considering the characteristics of video images of other types. The direction is the use of the truncated-positional coding method. Here it is necessary to take into account the time delays that arise in the process of compression and restoration of video data. Accordingly, there is a need to improve the method of video data restoration in the locational-diagonal format in the direction of reducing processing time delays. A method for video data restoration based on locational-diagonal decoding in the truncated-positional space of transformed video segments has been developed. It is based on the properties of the locational space, which is constructed taking into account the structural features of the spectral space. In this case, data reconstruction without information loss is ensured. The processing time delays for the implementation of the developed method have a linear dependence on the number of elements in the transitional format of the diagonals of the transformants.

Key words: telecommunication systems, video services, integrity of video data, locational-diagonal decoding, redundancy.

Дата надходження статті: 18.11.2025

Дата прийняття статті: 04.12.2025

Опубліковано: 30.12.2025