



DOI [10.28925/2663-4023.2020.9.115125](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.9.115125)

УДК 629.391

**Бараннік Володимир Вікторович**

доктор технічних наук, професор, начальник кафедри бойового застосування та експлуатації АСУ  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба  
ORCID: 0000-0002-2848-4524  
[vvbar.off@gmail.com](mailto:vvbar.off@gmail.com)

**Бабенко Юрій Михайлович**

аспірант  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
ORCID: 0000-0002-8115-3329  
[babenkomahalych@gmail.com](mailto:babenkomahalych@gmail.com)

**Бараннік Валерій Володимирович**

студент  
Харківського національного університету радіоелектроніки  
ORCID: 0000-0003-3516-5553  
[valera462000@gmail.com](mailto:valera462000@gmail.com)

**Ерошенко Валерій Петрович**

кандидат технічних наук, викладач кафедри  
Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
ORCID: 0000-0003-3175-6444  
[wpEroshenko59@gmail.com](mailto:wpEroshenko59@gmail.com)

**Шульгін Сергій Сергійович**

кандидат технічних наук, доцент  
Черкаський державний технологічний університет  
ORCID: 0000-0001-5174-290X  
[serge.shoolgin@gmail.com](mailto:serge.shoolgin@gmail.com)

## МЕТОД ОБРОБКИ ТРАНСФОРМАНТ НА ОСНОВІ ЛОКАЛЬНО-ПОЗИЦІЙНОГО КОДУВАННЯ З АДАПТИВНОЮ ОСНОВОЮ

**Анотація.** Показується наявність дисбалансу, викликаного недостатнім рівнем продуктивності сучасних і перспективних інфокомунікаційних технологій щодо інформаційної інтенсивності бітових потоків. Обґрунтовується, що зниження рівня дисбалансу організовується в результаті підвищення ефективності технологій обробки інформації. Обґрунтовується, що на даний момент базовою концепцією для побудови технологій компресійного уявлення є платформа JPEG. Відповідно до чого, пропонується організувати подальший розвиток методів обробки відеоресурсів з використанням окремих компонент платформи JPEG в напрямку підвищення цілісності інформації в умовах забезпечення необхідного рівня її доступності. Викладається розробка синтаксичного представлення значущого мікросегмента відеокадру в спектральному просторі на основі локально-позиційного кодування структурних векторів значущих компонент трансформанти і довжин нульових компонент з подальшим формуванням рівномірних кодограм, позиціонування яких визначається динамічними діапазонами відповідних кодових значень з використанням структурних підстав. Показується, що створені методи кодування відеоресурсу на основі розробленої концепції обробки значущих сегментів забезпечує зниження часу доставки інформації в умовах необхідного рівня її цілісності, тобто досягається підвищення рівня інформаційної безпеки.

**Ключові слова:** відеозображення, цілісність інформації, області когерентності, локально-позиційне кодування.



## 1. ВСТУП

У сучасному світі розвиток інфокомунікаційних технологій йде бурхливими темпами. Створюються нові технологічні концепції. Тут можна виділити такі, як квантовий комп'ютинг, телекомунікаційні системи покоління 5G, робототехнічні системи, комп'ютерний зір, інтелектуальні технології, додатки VR / AR. З іншого боку такий технологічний ривок у створенні ІТ концепцій, в свою чергу створює умови для розвитку інформаційних сервісів, підвищення їх масовості і якісних характеристик. В результаті рівень дисбалансу між пропускними спроможностями існуючих і перспективних ІТ систем та рівнем інформаційного навантаження на них не знижується. Навпаки, спостерігається зростання такого дисбалансу, рівень якого досягає 99%.

Зниження рівня дисбалансу досягається в результаті підвищення ефективності технологій обробки інформації [1 - 15]. У той же час тут доводиться стикатися з протиріччям, обумовленим наявністю обернено пропорційної залежності між обсягом стиснутого представлення відеокادру і рівнем його інформаційної цілісності [11 - 18]. Отже, підвищення ефективності технологій компресійного представлення відеоданих є актуальною науково-прикладною проблематикою досліджень.

На основі проведеної оцінки недоліків існуючих методів зниження бітового обсягу слідує, що для зниження тимчасових затримок на доставку відеознімку необхідно [19 - 25]:

1) організувати зниження бітового обсягу (ЗБО) відеознімку з контрольованим рівнем візуальних оцінок по ВРВ на основі виявлення і апроксимаційного опису елементів для областей когерентності;

2) зниження бітового обсягу щодо кодового опису характеристик областей когерентності має проводитися не тільки на основі скорочення статистичної надмірності, але і на основі зменшення структурної надлишковості.

Відповідно до чого, мета досліджень статті полягає в створенні методу зниження бітового обсягу відеокадрів на основі виявлення і обробки їх областей когерентності.

## 2. СТВОРЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ВАЖЛИВИХ СЕГМЕНТІВ

Досягнення необхідного рівня доступності інформації в умовах збереження показників її цілісності пропонується організувати на основі забезпечення достовірності структурних компонент відповідних об'єктів інтересу. Для цього пропонується провести ідентифікацію сегментів відеокадру за ступенем їх значимості з позиції збереження необхідного рівня цілісності об'єктів інтересу. Ідентифікацію сегментів пропонується проводити по складовій яскравості. Це пояснюється тим, що складова яскравості несе основне інформаційне навантаження серед інших кольорних складових в колірнорізнісній моделі представлення відеокадру. Ідентифікація пропонується здійснювати для локалізованих ділянок відеокадру, що характеризуються більшою однорідністю своїх структурно-статистичних властивостей. Тому з методологічної позиції оцінку інформаційного вкладу сегмента необхідно проводити за результатами структурно-статистичної обробки чотирьох його мікросегментів,  $S(X)_{i,j}^{(u)}$ ,  $u = \overline{1, 4}$  з позиції збереження семантичної цілісності (ЗСЦ) відеоресурсу. Залежно від інформаційної значущості мікросегменти  $S(X)_{i,j}^{(u)}$  класифікуються на три типи, а саме:

мікросегменти з високим рівнем структурно-статистичної насиченості (ССН) на синтаксичному рівні опису; мікросегменти із середнім рівнем ССН; мікросегменти з низьким рівнем ССН.

### 3. ПОБУДОВА МЕТОДУ КЛАСИФІКАЦІЇ МІКРОСЕГМЕНТІВ ЗА РІВНЕМ СТРУКТУРНО-СТАТИСТИЧНОЇ НАСИЧЕНОСТІ

Класифікація мікросегментів  $S(X)_{i,j}^{(u)}$  за рівнем їх структурно-статистичної насиченості полягає у встановленні приналежності мікросегментів до одного з трьох типів в залежності від рівня його ССН [2 - 12]. Існує необхідність організувати класифікацію мікросегментів відеокадру в просторово-часовому описі його складової яскравості. Одним з ефективних підходів тут є використання технологічних механізмів, пов'язаних з виявленням і параметризацією областей когерентного (ОКГ). Під областю когерентності розуміється локальна ділянка  $X(u)^{(\alpha)}$  мікросегментів  $S(X)_{i,j}^{(u)}$  відеокадру, значення елементів якого перебувають в межах локальної ознаки  $\delta^{(loc)}$ , що характеризує допустимі зміни їх значень з позиції відсутності втрат семантичної цілісності відеоресурсу. Причому послідовність  $\{x(u)_{\alpha,\gamma}; \dots; x(u)_{\alpha,\gamma+\tau}; \dots; x(u)_{\alpha,\gamma+\ell_{\alpha}-1}\}$  складається з елементів, в загальному випадку не обов'язково розташованих в мікросегменті на сусідніх позиціях. Такий варіант виявлення і параметризації структурно-статистичних властивостей мікросегменту враховує його локальні нерівномірні структурні властивості одночасно з позиції збереження семантичної цілісності, наявності психовізуальної надмірності і внутрішніх кореляційних залежностей для різних класів реалістичних відеокадрів.

### 4. РОЗРОБКА МЕТОДУ ОБРОБКИ ТРАНСФОРМАНТА НА ОСНОВІ ЛОКАЛЬНО-ПОЗИЦІЙНОГО КОДУВАННЯ З АДАПТИВНОЮ ПІДСТАВОЮ

Розглянемо властивості структурного опису трансформанти на основі побудови векторів  $L(y;u)_{i,j}$  і  $K(y;u)_{i,j}$ . Тут  $L(y;u)_{i,j}$  - вектор довжин  $\ell(y;u)_{\alpha}^{(i,j)}$  областей незначущих компонент трансформанти для  $u$ -го мікросегменту в складі  $(i,j)$ -го сегмента;  $K(y;u)_{i,j}$  вектор значущих компонент трансформанти для  $u$ -го мікросегменту в складі  $(i,j)$ -го сегмента;  $f$  - фактор внесених корекцій в синтаксичний опис трансформанти.

У загальному випадку динамічний діапазон довжин  $\ell(y;u)_{\alpha}^{(i,j)}$  нульових компонент трансформанти, що утворюють вектор  $L(y;u)_{i,j}$ , визначається виходячи з наступного співвідношення:

$$\ell(y;u)_{\alpha}^{(i,j)} \leq \lambda(\ell; u) \leq \min\{n^2 - \ell(y;u)_{v(u)}^{(i,j)} - 1; \ell(y;u)_{\max}^{(i,j)}\}, 2 \leq \alpha \leq v(u) - 1.$$

З урахуванням чого, вектор  $L(y;u)_{i,j}$  пропонується розглядати як локальне позиційне число з однією підставою, що визначається за структурними ознаками трансформанти. У зв'язку з чим, введемо поняття локально-позиційного кодування.

Кодування послідовностей елементів на основі позиційної залежності їх вагових коефіцієнтів в умовах виявлення структурних обмежень на динамічний діапазон для

локальних областей відеокадру називається локально-позиційним кодуванням по структурній основі.

Кількість  $W_y(\ell; u)$  таких векторів визначається за формулою

$$W_y(\ell; u) = (\lambda(\ell; u))^{v(u)-2}. \quad (1)$$

При цьому величина  $W_y(\ell; u)$  не буде перевищувати рівень, який дорівнює мінімуму з двох величин  $(n^2 - \ell(y; u)_{v(u)}^{(i; j)} - 1)^{v(u)-2}$  і  $(\ell(y; u)_{\max}^{(i; j)})^{v(u)-2}$ .

В результаті створюються умови для скорочення структурної надмірності щодо вихідного уявлення такого вектору.

Дані особливості створюють можливість для організації ефективного синтаксичного представлення вектору  $L(y; u)_{i, j}$  сформованого для трансформант значущих мікросегментів. У загальному випадку для вектору  $L(y; u)_{i, j}$  буде сформовано кілька кодових значень  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ ,  $\psi = \overline{1, \Psi}$ . В такому випадку вектор  $L(y; u)_{i, j}$  ділиться на непересічні підвектори  $L(y; u)_{i, j}^{(\psi)}$ . Відповідно кодове значення  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$  обчислюється для підвектору  $L(y; u)_{i, j}^{(\psi)}$ . Формування декількох кодових значень обумовлено необхідністю забезпечити контроль за позиціями кодограм  $G_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ , що містять значення  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ , серед усього бітового потоку відеокадру. Такий контроль можна організувати, якщо виявляти відмінні властивості кодових систем щодо позиційного контролю кодограм на основі використання тієї службової інформації, яка безпосередньо використовується для процесу формування кодових значень  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ .

Тут пропонується використовувати властивість кодових значень  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ , що складається з можливості визначення їх динамічного діапазону  $W_y(\ell; u)^{(\psi)}$  на основі інформації про структурну основу  $\lambda(\ell; u)$ . Така властивість з урахуванням виразу (1), задається наступним співвідношенням:

$$\max_{1 \leq \psi \leq \Psi} \{E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}\} \leq W_y(\ell; u)^{(\psi)} - 1 = (\lambda(\ell; u))^{v(u; \psi)-2} - 1. \quad (2)$$

Нерівність (2) пропонується використовувати для отримання обмеження на довжину  $V_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$  кодограми  $G_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ , що містить значення  $E_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$ . При цьому в силу даної нерівності виключається варіант переповнення кодограми. Для цього переведемо ліву і праву частини нерівності (2) в бітове подання шляхом їх логарифмування, а саме:

$$V_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)} = \lceil \log_2((\lambda(\ell; u))^{v(u; \psi)-2} - 1) \rceil + 1.$$

У той же час на вибір значення величини  $V_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$  впливає: особливість організації обчислювального процесу на апаратно-програмних засобах; забезпечення завадостійкості до помилок в каналі зв'язку. У зв'язку з чим, пропонується величину  $V_y(\ell; u)_{i, j}^{(\psi)}$  вибирати рівномірної в межах окремих трансформант з наявністю верхнього обмеження задається довжиною машинного коду. Наприклад, довжина машинного коду може бути рівною 32, 64 або 128 біт.

Отже, величина  $V_y(\ell; u)_{i,j}^{(\psi)}$  буде однаковою для всіх кодограм  $G_y(\ell; u)_{i,j}^{(\psi)}$ , і містити кодове значення  $E_y(\ell; u)_{i,j}^{(\Psi)}$ , що обчислюється для однакової кількості елементів  $v(u; \psi)$ ,  $\psi = \overline{1, \Psi}$ .

Процес декодування є взаємоднозначним, тобто обробка проводиться без внесення помилок. При цьому процес декодування не є зв'язковим, тобто відновлення елементів  $\ell(y; u; \psi)_{\alpha}^{(i;j)}$  здійснюється незалежно один від одного. Це є важливою умовою для забезпечення завадостійкості щодо помилок каналу зв'язку.

Розглянемо тепер властивості елементів  $k(y; u)_{\alpha}^{(i;j)}$  вектору  $K(y; u)_{i,j}$  значущих компонент трансформанти  $S(Y)_{i,j}$ . Значні компоненти вектору  $K(y; u)_{i,j}$ , крім компоненти на позиції  $\alpha = 1$ , будуть мати обмежений динамічний діапазон  $\lambda(k; u)$ , тобто

$$1 \leq k(y; u)_{\alpha}^{(i;j)} \leq \lambda(k; u) < k(y; u)_{\max}^{(i;j)}, \alpha = \overline{2, v(u) - 1}.$$

Тому вектор  $K(y; u)_{i,j}$ , складений із значущих компонент  $k(y; u)_{\alpha}^{(i;j)}$  трансформанти за винятком DC-компоненти  $k(y; u)_1^{(i;j)}$  пропонується розглядати як локально-позиційне число з основою  $\lambda(k; u)$ .

Кількість комбінацій  $W_y(k; u)$ , складене з компонент вектору  $K(y; u)_{i,j}$ , визначається за формулою [14; 18; 19; 20; 21; 22; 23]:  $W_y(k; u) = (\lambda(k; u))^{v(u)-2}$ .

Розглянемо процес формування синтаксичного опису вектору  $K(y; u)_{i,j}$  на основі локально-позиційного кодування з однією основою  $\lambda(k; u)$ . Для цього пропонується формувати кодограми синтаксичного представлення векторів  $K(y; u)_{i,j}$  за наступними технологічними принципом:

1) для одного вектору  $K(y; u)_{i,j}$  допускається побудова декількох кодограм  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$ ,  $\theta = \overline{1, \Theta}$ ;

2) кодограми  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  повинні мати рівномірну довжину  $V_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  в межах окремої трансформанти  $S(Y)_{i,j}$ ;

3) довжина  $V_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  кодограм  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  повинна визначатися з використанням тільки тих відомостей, які безпосередньо використовуються в процесі кодування;

4) довжина  $V_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  кодограм  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  не повинна перевищувати встановлену довжину  $V_{\max}$  машинного коду;

5) в умовах сталості основа  $\lambda(k; u)$  для всього вектору  $K(y; u)_{i,j}$  кодограмм повинна нести інформацію про кодове значення  $E_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$ , яке було сформовано для постійної кількості  $v(u; \theta)$  елементів вектору  $K(y; u)_{i,j}$ ;

6) відновлення елементів  $k(y; u; \theta)_{\alpha}^{(i;j)}$  по кодовому значенню  $E_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  має здійснюватися незалежно один від одного.

Відповідно кодограми  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$ ,  $\theta = \overline{1, \Theta}$  матимуть рівномірну довжину  $V_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  в межах поточної трансформанти. Це забезпечує можливість виділяти кодограми

$G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$  серед всього інформаційного потоку без використання позиційних маркерів і додаткової службової інформації.

Процес отримання величин  $k(y; u; \theta)_{\alpha}^{(i;j)}$  є взаємозалежним. Це створює умови для локалізації процесу поширення помилок в процесі реконструкції кодограми наразившись діям помилок в каналі зв'язку. В результаті чого, синтаксичний опис вектору  $K(y; u)_{i,j}$  на основі локально-позиційного кодування з основою  $\lambda(k; u)$ , представляється послідовністю рівномірних кодограм  $G_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$ ,  $\theta = \overline{1, \Theta}$ , що містять кодові значення  $E_y(k; u)_{i,j}^{(\theta)}$ .

## 5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ОЦІНКИ

Порівняльна оцінка за часовими затримками  $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$  на передачу кодованих відеокадрів в умовах збереження їх цілісності для різних методів кодування наведено на рис. 1. Вихідна інтенсивність бітового потоку в перерахунку на один відеокадр обиралась з розрахунку  $V(\delta)_{r\Sigma} = 2048 \times 1536 \times 24 = 75$  Мбіт. Режим забезпечення рівня цілісності відеоінформації відповідає рівню ПБСШ не нижче 35 дБ. Це відповідає достатньому рівню візуального сприйняття відеокадрів. Передача даних здійснюється по каналах зв'язку зі швидкістю, що дорівнює  $S_{tr} = 2,048$  Мбіт/с.

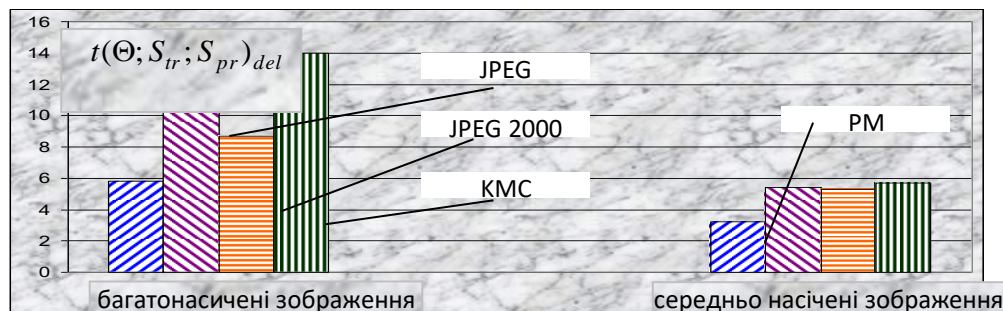


Рис. 1. Діаграми залежності величини  $t(\Theta; S_{tr}; S_{pr})_{del}$  від процентного вмісту сегментів ключової інформації для різних методів обробки відеокадрів

Аналіз діаграм, наведених на рис. 1 дозволяє зробити наступні висновки:

1. В умовах забезпечення потрібного рівня цілісності інформації часова затримка щодо передачі кодованих кадрів у разі використання розробленого методу відповідає вимогам якості відеосервісу. Тут забезпечується передача інформації в режимі реального часу;

2. Підвищення оперативності передачі кодованих відеокадрів з використанням створеного методу щодо часових затримок у разі застосування стандартизованих підходів знаходиться на рівні 30%.

## 6. ВИСНОВОК

1. Створено метод класифікації мікросегментів за рівнем їх структурно-статистичної насиченості на три класи на основі формування квадратичної метрики для кількісної оцінки рівня ССН всього мікросегменту з використанням виявлення і



параметризації областей когерентності по локальному ознакою проріджених в двовимірному просторі в напрямку діагональної розгортки.

**Наукова новизна.** 1. Удосконалено метод класифікації мікросегментів на основі врахування їх структурно-статистичної насиченості. Базові відмінності методу полягають в тому, що для кількісної оцінки рівня структурно-статистичної насиченості мікросегментів формується квадратична метрика з використанням параметризації виявлених областей когерентності по локальній ознаці, проріджених в двовимірному просторі в напрямку діагональної розгортки. Це дозволяє врахувати локальні нерівномірні структурні властивості мікросегментів в двовимірному просторі одночасно з позиції збереження семантичної цілісності, наявності психовізуальної надмірності і внутрішніх кореляційних залежностей для різних класів реалістичних відеокадрів.

2. Розроблено синтаксичне уявлення значимого мікросегменту відеокадру в спектральному просторі на основі локально-позиційного кодування структурних векторів значущих компонент трансформанти і довжин нульових компонент з подальшим формуванням рівномірних кодограм, позиціонування яких визначається динамічними діапазонами відповідних кодових значень з використанням структурних підстав.

**Новизна** 2. Вперше розроблено метод синтаксичного представлення значущого мікросегменту відеокадру на основі представлення його в спектральному просторі. Відмінні риси методу полягають у тому, що організовується локально-позиційне кодування структурних векторів значущих компонент трансформанти і довжин нульових компонент з подальшим формуванням рівномірних кодограм, позиціонування яких визначається динамічними діапазонами відповідних кодових значень з використанням структурних підстав. Це забезпечує скорочення структурної надмірності виключення ситуацій втрати цілісності інформації та використання додаткових службових даних.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Y. Gao, Y. Wang, S. K. Gupta, and M. Pedram, An Energy and Deadline Aware Resource Provisioning, Scheduling and Optimization Framework for Cloud Systems in Proceedings of the Ninth IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis, Piscataway, NJ, USA, 2013, pp. 1–10
- [2] S. Wang, X. Zhang, X. Liu, J. Zhang, S. Ma and W. Gao "Utility-Driven Adaptive Preprocessing for Screen Content Video Compression," in IEEE Transactions on Multimedia, vol. 19, no. 3, pp. 660-667, March 2017.
- [3] Gonzales and R.E. Woods, "Digital image processing," in Prentice Hall, New Jersey, edition. II, 2002. – 1072 p.
- [4] W. J. Tsai and Y. C. Sun, "Error-resilient video coding using multiple reference frames," 2013 IEEE International Conference on Image Processing, Melbourne, VIC, 2013, pp. 1875-1879.
- [5] Y. Zhang, S. Negahdaripour and Q. Li, "Error-resilient coding for underwater video transmission," OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA, 2016, pp. 1-7.
- [6] O. Stankiewicz, K. Wegner, D. Karwowski, J. Stankowski, K. Klimaszewski and T. Grajek, "Encoding mode selection in HEVC with the use of noise reduction," 2017 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), Poznan, 2017, pp. 1-6.
- [7] H. Baccouch, P. L. Agneau, N. Tizon and N. Boukhatem, "Prioritized network coding scheme for multi-layer video streaming," 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 2017, pp. 802-809.



- [8] X. Bai, J. Wang Towards temporally-coherent video matting. Proceedings of the 5th international conference on Computer vision/computer graphics collaboration techniques. MIRAGE'11, Springer-Verlag. 2011. pp. 63-74.
- [9] E. Christophe, D. Lager, C. Mailhes Quality criteria benchmark for hyperspectral imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Sept 2005. Vol. 43. No 9. pp. 2103–2114.
- [10] B. Zheng and S. Gao, "A soft-output error control method for wireless video transmission," 2016 8th IEEE International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN), Beijing, 2016, pp. 561-564.
- [11] Ji, Sh. and Tong, X. and Zhang, M.: Image encryption schemes for JPEG and GIF formats based on 3D baker with compound chaotic sequence generator (2012) Available via arXiv preprint. arXiv:1208.0999.
- [12] Z. Ding, H. Chen, Y. Gua, Q. Peng GPU accelerated interactive space-time video matting. In Computer Graphics International. 2010. pp. 163-168.
- [13] S. Y. Lee J. C. Yoon Temporally coherent video matting. Graphical Models 72. 2010. pp. 25-33.
- [14] VV Barannik, Yu N Ryabukha, SA Podlesnyi "Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams", Telecommunications and Radio Engineering. Vol.76 No.7 DOI: [10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40](https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40)
- [15] O. Barinova, V. Lempitsky, P. Kholi, "On detection of multiple object instances using hough transforms", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans, – 2012. – pp. 177-184.
- [16] Perrin Chad. "The CIA Triad and Engineering Principles for Information Technology Security". Retrieved 31 May 2012.
- [17] M. Grundmann, V. Kwatra, M. Han, I. Essa, "Efficient hierarchical graph based video segmentation", IEEE CVPR. – pp. 85-91, 2010.
- [18] Barannik, V. and Barannik, V.: Binomial-Polyadic Binary Data Encoding by Quantity of Series of Ones. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 775-780 (2020) DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540
- [19] Barannik, V. and Barannik, N. and Ryabukha, Yu. and Barannik, D.: Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 699-702 (2020) DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522
- [20] V. Barannik, A. Krasnoruckiy and A. Hahanova, "The positional structural-weight coding of the binary view of transformants," East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2013), Rostov-on-Don, 2013, pp. 1-4. doi: 10.1109/EWDTS.2013.6673178
- [21] V. Barannik and S. S. Shulgin, "The method of increasing accessibility of the dynamic video information resource," 2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), Lviv, 2016, pp. 621-623. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452133
- [22] Honda, T. and Murakami, Y. and Yanagihara, Y. and Kumaki, T. and Fujino, T.: Hierarchical image-scrambling method with scramble-level controllability for privacy protection. In.: IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), pp. 1371-1374 (2013) DOI: 10.1109/MWSCAS.2013.6674911
- [23] V. Barannik, Y. Ryabukha, S. Podlesny and D. Barannik, "The information integrity enhance in telecommunication systems with the binomial coding," 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkov, 2017, pp. 547-550. doi: 10.1109/INFOCOMMST.2017.8246459
- [24] V. Barannik, S. Podlesny, D. Tarasenko, D. Barannik and O. Kulitsa, "The video stream encoding method in infocommunication systems," 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 2018, pp. 538-541. doi: 10.1109/TCSET.2018.8336259
- [25] V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha and O.S. 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. Vol. 76. No 9. pp. 785-797. 2017. doi: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i9.40.





**Volodymyr V. Barannik**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department № 401  
Ivan Kozhedub Kharkiv National University of Air Force, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: 0000-0002-2848-4524  
*vvbar.off@gmail.com*

**Yurii M. Babenko**

Graduate student  
Kievan national university of the name of Tarasa Shevchenko  
ORCID: 0000-0002-8115-3329  
*babenkomahalych@gmail.com*

**Barannik Valeriy**, student,

Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkiv  
ORCID: 0000-0003-3516-5553  
*valera462000@gmail.com*

**Yroshenko Valerii**,

Candidate of Technical Science, Teacher  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University  
ORCID: 0000-0003-3175-6444  
*wpEroshenko59@gmail.com*

**Sergii S. Shulgin**

Associate professor  
Cherkasy State Technological University  
ORCID: 0000-0001-5174-290X  
*serge.shoolgin@gmail.com*

## TRANSFORMANTS CODING TECHNOLOGY IN THE CONTROL SYSTEM OF VIDEO STREAMS BIT RATE

**Abstract.** The presence of an imbalance caused by an insufficient level of performance of modern and promising infocommunication technologies with respect to the information intensity of bit streams is shown. It is substantiated that a decrease in the level of imbalance is organized as a result of an increase in the efficiency of information processing technologies. It is substantiated that at the moment the JPEG platform is the basic concept for building compression technologies. In accordance with this, it is proposed to organize the further development of methods for processing video resources using individual components of the JPEG platform in the direction of increasing the integrity of information while ensuring the required level of its availability. The development of a syntactic representation of a significant microsegment of a video frame in spectral space based on local-positional coding of structural vectors of significant transformant components and lengths of zero components with the subsequent formation of uniform codograms, the positioning of which is determined by the dynamic ranges of the corresponding code values using structural bases, is presented. It is shown that the created video resource encoding methods based on the developed concept of processing significant segments provide a reduction in the delivery time of information under the conditions of the required level of its integrity, i.e. an increase in the level of information security is achieved.

**Keywords:** video imaging, information integrity, coherence areas, local positioning of coding.

### REFERENCES

- [1] Y. Gao, Y. Wang, S. K. Gupta, and M. Pedram, An Energy and Deadline Aware Resource Provisioning, Scheduling and Optimization Framework for Cloud Systems in Proceedings of the Ninth IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis, Piscataway, NJ, USA, 2013, pp. 1–10



- [2] S. Wang, X. Zhang, X. Liu, J. Zhang, S. Ma and W. Gao "Utility-Driven Adaptive Preprocessing for Screen Content Video Compression," in IEEE Transactions on Multimedia, vol. 19, no. 3, pp. 660-667, March 2017.
- [3] Gonzales and R.E. Woods, "Digital image processing," in Prentice Hall, New Jersey, edition. II, 2002. – 1072 p.
- [4] W. J. Tsai and Y. C. Sun, "Error-resilient video coding using multiple reference frames," 2013 IEEE International Conference on Image Processing, Melbourne, VIC, 2013, pp. 1875-1879.
- [5] Y. Zhang, S. Negahdaripour and Q. Li, "Error-resilient coding for underwater video transmission," OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, Monterey, CA, 2016, pp. 1-7.
- [6] O. Stankiewicz, K. Wegner, D. Karwowski, J. Stankowski, K. Klimaszewski and T. Grajek, "Encoding mode selection in HEVC with the use of noise reduction," 2017 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), Poznan, 2017, pp. 1-6.
- [7] H. Baccouch, P. L. Ageneau, N. Tizon and N. Boukhatem, "Prioritized network coding scheme for multi-layer video streaming," 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 2017, pp. 802-809.
- [8] X. Bai, J. Wang Towards temporally-coherent video matting. Proceedings of the 5th international conference on Computer vision/computer graphics collaboration techniques. MIRAGE'11, Springer-Verlag. 2011. pp. 63 74.
- [9] E. Christophe, D. Lager, C. Mailhes Quality criteria benchmark for hyperspectral imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Sept 2005. Vol. 43. No 9. pp. 2103–2114.
- [10] B. Zheng and S. Gao, "A soft-output error control method for wireless video transmission," 2016 8th IEEE International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN), Beijing, 2016, pp. 561-564.
- [11] Ji, Sh. and Tong, X. and Zhang, M.: Image encryption schemes for JPEG and GIF formats based on 3D baker with compound chaotic sequence generator (2012) Available via arXiv preprint. arXiv:1208.0999.
- [12] Z. Ding, H. Chen, Y. Gua, Q. Peng GPU accelerated interactive space-time video matting. In Computer Graphics International. 2010. pp. 163 168.
- [13] S. Y. Lee J. C. Yoon Temporally coherent video matting. Graphical Models 72. 2010. pp. 25-33.
- [14] VV Barannik, Yu N Ryabukha, SA Podlesnyi "Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams", Telecommunications and Radio Engineering. Vol.76 No.7 DOI: [10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40](https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40)
- [15] O. Barinova, V. Lempitsky, P. Kholi , "On detection of multiple object instances using hough transforms", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Trans, – 2012. – pp. 177-184.
- [16] Perrin Chad. "The CIA Triad and Engineering Principles for Information Technology Security". Retrieved 31 May 2012.
- [17] M. Grundmann, V. Kwatra, M. Han, I. Essa, "Efficient hierarchical graph based video segmentation", IEEE CVPR. – pp. 85-91, 2010.
- [18] Barannik, V. and Barannik, V.: Binomial-Polyadic Binary Data Encoding by Quantity of Series of Ones. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 775-780 (2020) DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540
- [19] Barannik, V. and Barannik, N. and Ryabukha, Yu. and Barannik, D.: Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System. In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020), pp. 699-702 (2020) DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522
- [20] V. Barannik, A. Krasnoruckiy and A. Hahanova, "The positional structural-weight coding of the binary view of transformants," East-West Design & Test Symposium (EWDTS 2013), Rostov-on-Don, 2013, pp. 1-4. doi: 10.1109/EWDTS.2013.6673178
- [21] V. Barannik and S. S. Shulgin, "The method of increasing accessibility of the dynamic video information resource," 2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), Lviv, 2016, pp. 621-623. doi: 10.1109/TCSET.2016.7452133
- [22] Honda, T. and Murakami, Y. and Yanagihara, Y. and Kumaki, T. and Fujino, T.: Hierarchical image-scrambling method with scramble-level controllability for privacy protection. In.: IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), pp. 1371-1374 (2013) DOI: 10.1109/MWSCAS.2013.6674911
- [23] V. Barannik, Y. Ryabukha, S. Podlesny and D. Barannik, "The information integrity enhance in telecommunication systems with the binomial coding," 2017 4th International Scientific-Practical



- Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkov, 2017, pp. 547-550. doi: 10.1109/INFOCOMMST.2017.8246459
- [24] V. Barannik, S. Podlesny, D. Tarasenko, D. Barannik and O. Kulitsa, "The video stream encoding method in infocommunication systems," 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Slavske, 2018, pp. 538-541. doi: 10.1109/TCSET.2018.8336259
- [25] V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha and O.S. 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, Vol. 76. No 9. pp. 785-797. 2017. doi: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i9.40.

