

## ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Харківський національний університет радіоелектроніки  
Кафедра ІМІ

Магістерська кваліфікаційна робота  
на тему

Дослідження методу кодування без втрат сегментів зображення у  
бітовому форматі представлення

Виконав: Калініченко В.М.  
Керівник: ст.викл. Твердохліб В.В.

Харків - 2021

2

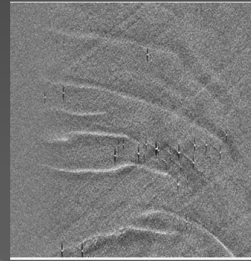
**Мета роботи** - дослідження можливостей удосконалення існуючих методів стиснення зображень за рахунок кодування бітового опису сегментів зображень з використанням нерівновагових позиційних конструкцій

## Завдання та специфіка ДЗЗ

3



Рисунок 1 – Знімок земної поверхні, отриманий з літального апарату на висоті 2,5 км



а)



б)

Рисунок 2 – Рельєф поверхні дна Північного моря а) та Багамської банки б)

## Завдання та специфіка ДЗЗ

4

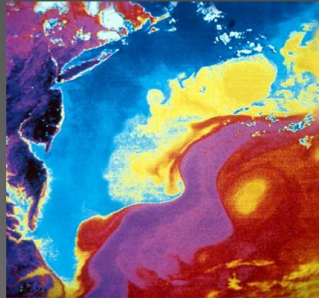


Рисунок 3 – Зйомка в інфрачервоному діапазоні розподілу температур на локальній ділянці течії Гольфстрім



Рисунок 4 – Фрагмент просторової 3D моделі земної поверхні, отриманої у ході лазерного сканування з використанням БПЛА

## Показники, що впливають на рівень якості даних, отриманих за результатами ДЗЗ

- просторова роздільна здатність
- радіометрична роздільна здатність
- часова роздільна здатність
- спектральна роздільна здатність

### Завдання та специфіка ДЗЗ

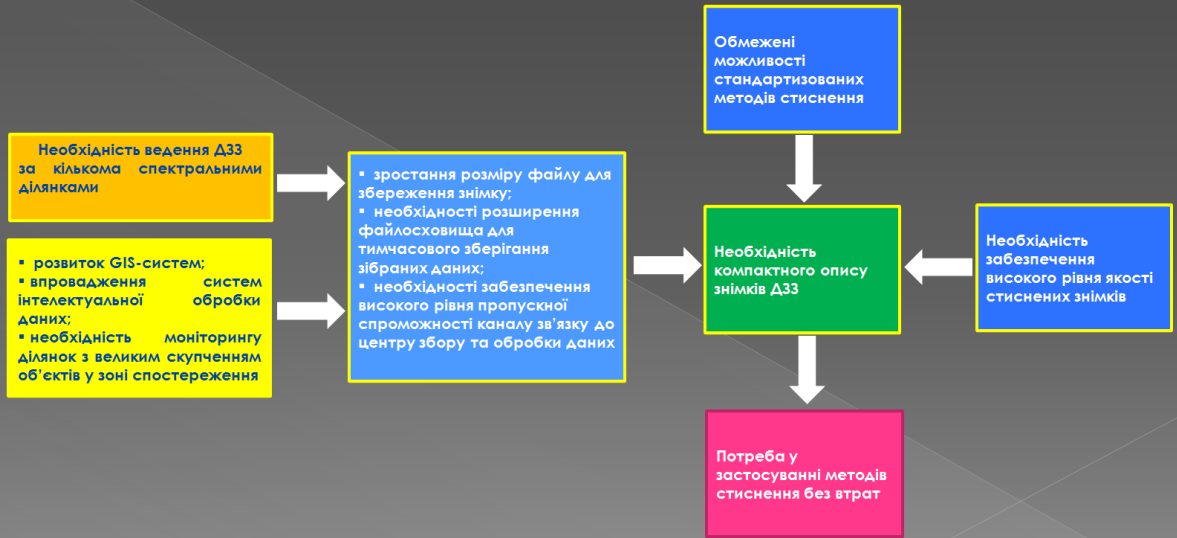


Рисунок 5 – Проблематика розвитку технологій ДЗЗ

### Завдання та специфіка ДЗЗ

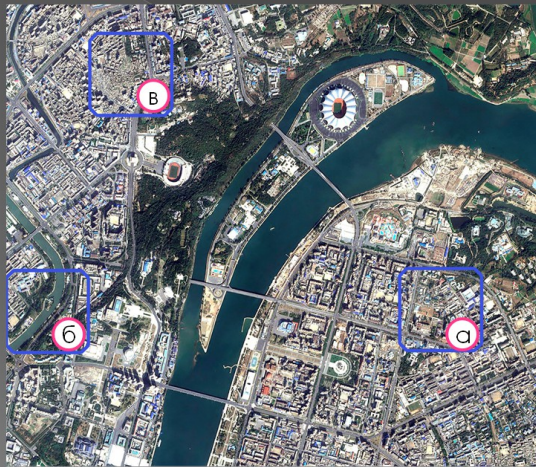


Рисунок 6 - Вихідний знімок RAW земної поверхні з виділеними тестовими зонами (40 Мб, 4000x3458)

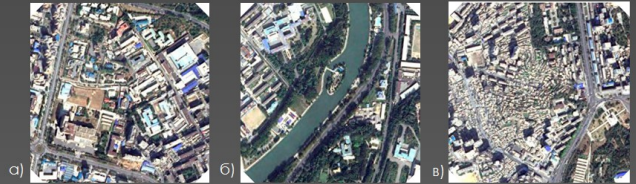


Рисунок 7 - Тестові ділянки високої насиченості об'єктами вихідного (RAW) знімку земної поверхні



Рисунок 8 - ділянки високої насиченості об'єктами знімку земної поверхні, стисненого на базі JPEG з рівнем якості 10 )

## Аналіз існуючих алгоритмів кодування без втрат

Таблиця 1 – Величини коефіцієнту стиснення та підсумкової ваги зображення (40 Мб RAW) у наслідок кодування на базі JPEG-LS

Режим	Повноколірний	Напівтоновий	Бінарний
Показник			
Розмір кодового файлу, Мб	17,4	17,4	1,6
Коефіцієнт стиснення	2,2	2,2	25

### Режими функціонування технології JPEG-LS:

- без втрат (lossless);
- 3- лімітованими втратами (near lossless), для якого може бути задано ступінь відмінності вихідного та відновленого пікселів зображення.

### Характерні особливості JPEG-LS:

- суттєва залежність коефіцієнту стиснення від того, до якого саме типу належить вихідне RAW-зображення;
- часткове зростання коефіцієнту стиснення при збільшенні розміру вихідного зображення.

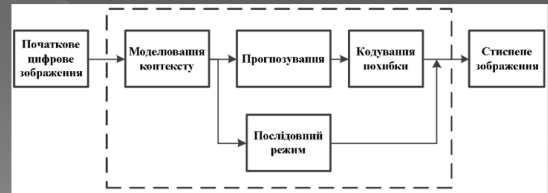


Рисунок 9 – Узагальнена схема алгоритму JPEG-LS на рівні ключових технологічних етапів

## Аналіз існуючих алгоритмів кодування без втрат



Рисунок 10 – Схема функціонування алгоритму JPEG-LS

### Умови застосування режиму обробки *run mode*:

$$y = z . \tag{1}$$

### Розрахунок величини похибки прогнозу ( $\Delta x$ ) у режимі *run mode*:

$$\Delta x = x - P_x . \tag{2}$$

де  $P_x$  - величина прогнозованого пікселя  $x$  (потребує для обчислень відомостей щодо числових значень  $a, b$  і  $c$ ).

### Обчислення величини прогнозованого значення $P_x$ пікселя $x$ :

$$P_x = \begin{cases} \min(a, b) & | c \geq \max(a, b); \\ \max(a, b) & | c \leq \min(a, b); \\ a + b - c & \text{otherwise.} \end{cases} \tag{3}$$

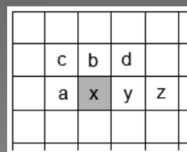


Рисунок 11 – Пікселі, на базі яких визначається контекст для поточного [x]

## Аналіз існуючих алгоритмів кодування без втрат

9

### Технологія JPEG у режимі baseline з внесенням мінімальних втрат:

- квантування з використанням матриць, що містять одиничні значення;
- вихідний режим колірної субдискретизації;
- стиснення за рахунок ймовірнісно-статистичних методів ;
- внесення незначних викривлень на етапі ДКП

### Технологія JPEG у режимі loseless :

- квантування з використанням матриць, що містять одиничні значення;
- вихідний режим колірної субдискретизації;
- стиснення за рахунок ймовірнісно-статистичних методів ;
- відсутність етапу ДКП;
- коефіцієнт стиснення, що приблизно дорівнює 2

### Попередні висновки:

- з позицій внесення мінімальних змін у базову технологію більш доцільним є дослідження можливості модифікації платформи JPEG;
- пропонується дослідити альтернативні методи кодування без втрат у схемі JPEG-перетворень

## Кодування бітового опису сегментів

10

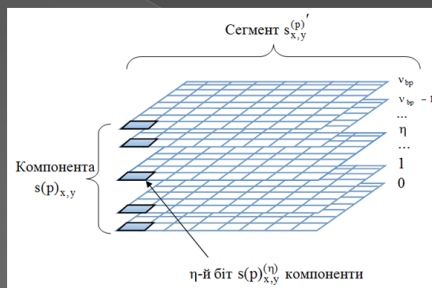


Рисунок 12 – Сутність бітового опису компонент сегменту відеокادру

### Двійкове представлення компонент $s(p)_{x,y}$ сегменту $s(p)_{x,y}'$ :

$$s(p)_{x,y} = s(p)_{x,y}^{(v_{bp})} 2^{v_{bp}-1} + s(p)_{x,y}^{(v_{bp}-1)} 2^{v_{bp}-2} + \dots + s(p)_{x,y}^{(v_{bp}-\eta)} 2^{v_{bp}-\eta-1} + \dots + s(p)_{x,y}^{(2)} 2 + s(p)_{x,y}^{(1)} \quad (4)$$

де  $s(p)_{x,y}^{(v_{bp}-\eta)}$  -  $(v_{bp}-\eta)$ -й двійковий елемент  $(x; y)$ -ї компоненти  $p$ -го сегменту  $s(p)_{x,y}'$ , для якого справедливо  $(v_{bp}-1) \geq \eta \geq 0$ ;

$2^{v_{bp}-\eta-1}$  - ваговий коефіцієнт двійкового елемента  $s(p)_{x,y}^{(v_{bp}-\eta)}$ ;

$v_{bp}$  - кількість бітових площин, (обсяг розрядів, що використовуються для представлення компонент сегменту  $s(p)_{x,y}'$ ).

### Умови скорочення надлишковості:

$$E_{x,y} < 2^{v_{bp}} \quad (5)$$

## Кодування бітового опису сегментів

11

**Найскладніший випадок**

Значення довжин серій рівні 1,  $\ell_{x,y}^{(\theta)}=1$ ,  $\theta=1, \overline{\Theta}$ , між двійковими послідовностями та їх найбільшою кількістю присутня однакова кількість змін  $\delta_{bt}$ , а саме:

$$\delta_{bt} = v_{bp} \quad (6)$$

Між кількістю серій та кількістю розрядів на опис компоненти спостерігається рівність:

$$\Theta = v_{bp} \quad (7)$$

Послідовність серій  $\{\ell_{x,y}^{(1)}, \dots, \ell_{x,y}^{(\theta)}, \dots, \ell_{x,y}^{(\Theta)}\}$  належить простору бінарних чисел:

$$E_{x,y} = \ell_{x,y}^{(1)} 2^{\Theta-1} + \ell_{x,y}^{(2)} 2^{\Theta-2} + \dots + \ell_{x,y}^{(\theta)} 2^{\Theta-\theta} + \dots + \ell_{x,y}^{(\Theta-1)} 2 + \ell_{x,y}^{(\Theta)} \quad (8)$$

Кількість біт кодового представлення компоненти перевищуватиме її фактичну величину, так як для максимальної кількості двійкових переходів  $\frac{1}{2}$  усього обсягу біт є нульовими:

$$E_{x,y} > s(p)_{x,y} \quad (9)$$

## Кодування бітового опису сегментів

12

З вразу (6) мінімальне значення довжини серії дорівнює 1.

Динамічний діапазон довжин серій двійкових елементів за замовчуванням може бути знижений на 1.

Результуючий код дорівнює 0:

$$E'_{x,y} = (\ell_{x,y}^{(1)} - 1) 2^{\Theta-1} + \dots + (\ell_{x,y}^{(\theta)} - 1) 2^{\Theta-\theta} + \dots + (\ell_{x,y}^{(\Theta-1)} - 1) 2 + (\ell_{x,y}^{(\Theta)} - 1) = 0 \quad (10)$$

Нерівність  $E_{mn} < s(p)_{x,y}$  виконується.

Умова скорочення надлишковості  $E_{x,y} < 2^{v_{bp}}$  виконується.

Мінімальне значення коефіцієнта стиснення:

$$\Xi_{x,y}^{(\min)} = \frac{v_{bp}}{(v_{bp} + [\ell \log_2(b-1)] - b)} \quad (11)$$

де  $b$  – довжина серії усередині послідовності

При  $b=2$   $\Xi_{x,y}^{(\min)} = v_{bp} / (v_{bp} - 2)$ .

При  $v_{bp}=8$  забезпечується  $\Xi_{x,y}^{(\min)} = 1,34$  (вихідна кількість розрядів, необхідних для опису компоненти, зменшується на 34%)

### Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

Кодове представлення сегменту поєднанням кодів значень окремих нерівновагових позиційних чисел, кожне з яких є сформованим на базі бітового опису компоненти:

$$E_{i,j} = \bigcup_{\xi=1}^{64} E_{x,y}^{(\xi)} \quad (12)$$

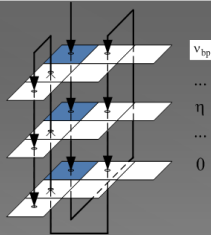
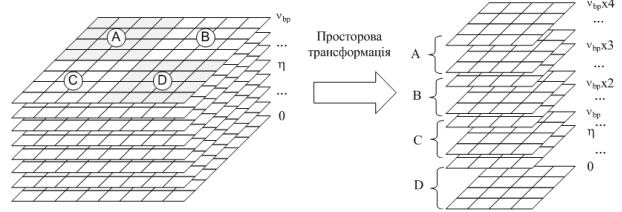


Рисунок 13 – Схема кодування на прикладі ділянки сегменту, що містить компоненту DC, на базі кодування бітового представлення компонент

Рисунок 14 – Схема просторової трансформації сегменту зображення шляхом поділу на умовні квадранти для збільшення ймовірної величини в двійковій серії

Формування макрокомпоненти на базі компонент квадратів A, B, C та D:

$$s(p)_{x,y} = s(p)_{x,y}^{(A)} \& s(p)_{x,y}^{(B)} \& s(p)_{x,y}^{(C)} \& s(p)_{x,y}^{(D)}, \quad (13)$$

де  $s(p)_{x,y}^{(A)}$ ,  $s(p)_{x,y}^{(B)}$ ,  $s(p)_{x,y}^{(C)}$  та  $s(p)_{x,y}^{(D)}$  - компоненти з координатами (x, y) квадратів A, B, C та D відповідно.

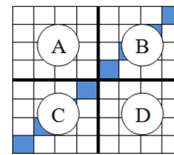
### Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

Обґрунтування порядку розміщення квадрантів при формуванні позиційних чисел на рівні бітового опису компонент:

- у будь-якій формі опису сегменту  $s(p)_{x,y}^{(p)}$  кадру найбільша енергія сигналу локалізовано у його НЧ-області, яка відповідає бітам, які локалізовано вище головної діагоналі квадранту A, включаючи також біти головної діагоналі;
- квадранти B і C чітко поділяються головною діагоналлю сегменту, при цьому верхня частина кожного з них статистично містить значимі компоненти – тобто, з великим відсотком ймовірності – ненульові біти;
- квадрант D відповідає ВЧ-області сегменту, яка після квантування компонент містить велику кількість нулів.



а)



б)

Рисунок 15 – Найбільш значима область (виділена тлом) у межах квадранту A а), позиціонування квадрантів відносно головної діагоналі вихідного сегменту б)

## Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

15

Залежності, справедливі для сегменту  $s_{x,y}^{(p)''}$ , сформованого макрокомпонентами  $s(\widehat{p})_{x,y}$ :

- ймовірність збільшення середньої довжини в  $\theta$ -ї двійковій серії вища ніж для сегменту  $s_{x,y}^{(p)'}$ ;
- ураховуючи взаємне розташування квадрантів, існує висока ймовірність того, що величина  $b$  для макрокомпонент  $s(\widehat{p})_{x,y}$  нижче головної діагоналі буде зростати;
- значення  $b$  збільшується по мірі обробки макрокомпонент від 11-ї до 16-ї у сегменті  $s_{x,y}^{(p)''}$ .

Недолік схеми обробки бітового опису компонент на базі формування макрокомпонент

неможливість гарантування значення коефіцієнту  $\Xi_{x,y}$  стиснення на рівні, який перевищує середнє значення для традиційних методів ймовірнісно-статистичного кодування

Умови зменшення середньої довжини  $b$  двійкової серії, виявлені у межах макрокомпонент  $s(\widehat{p})_{x,y}$ :

$$\Lambda \uparrow \rightarrow b \downarrow; \quad (14)$$

де  $\Lambda$  - рівень насиченості сегменту.

## Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

16

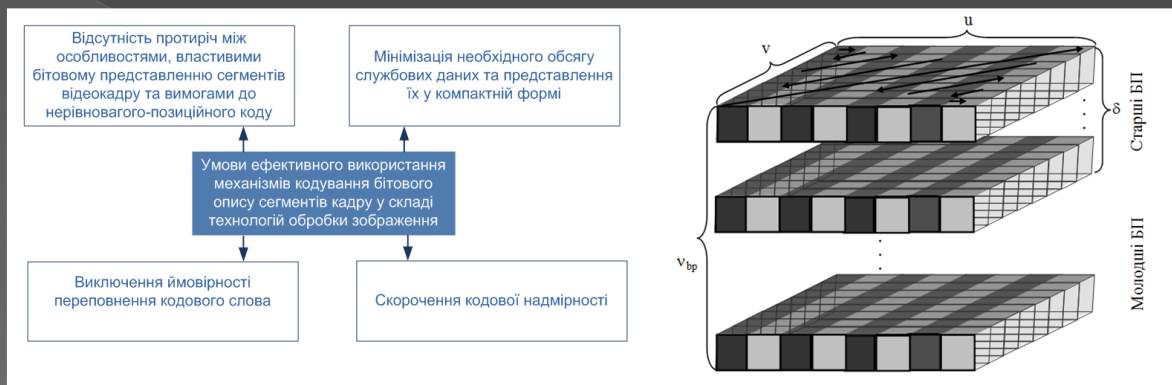


Рисунок 16 – Формування умов, за яких можливе ефективне використання механізмів кодування бітового представлення сегментів у складі технології стиснення зображень

Рисунок 17 – Закономірність обробки бітових площин

Опис бітової площини для випадку сегменту базового розміру:

$$S(p)_{\eta} = \bigcup_{x=1}^8 \bigcup_{y=1}^8 s(p)_{x,y}^{(\eta)} \quad (15)$$

де  $s(p)_{x,y}^{(\eta)}$  - біт  $\eta$ -го розряду з координатами  $(x, y)$  у межах  $p$ -го сегменту зображення.

## Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

17

Обчислення величини нерівноваго-позиційного числа на випадок виявлення довжин двійкових серій у межах бітової площини:

$$E(p)_\alpha^{(n)} = \sum_{\theta=1}^{\Theta_\alpha} \ell_{\alpha,\theta}^{(n)} \prod_{\phi=\theta+1}^{\Theta_\alpha} (b_\phi + 1) \quad (16)$$

де  $\ell_{\alpha,\theta}^{(n)}$  - довжина  $\theta$ -ї двійкової серії, яка належить послідовності з індексом  $\alpha$ , що локалізована у рамках  $\eta$ -ї бітової площини;

$(b_\theta + 1)$  - значення основи складника  $\ell_{\alpha,\theta}^{(n)}$  нерівноваго-позиційного числа;

$\prod_{\phi=\theta+1}^{\Theta_\alpha} (b_\phi + 1)$  - величина вагового коефіцієнту, що відповідає значенню довжини  $\theta$ -ї двійкової серії;  $\Theta_\alpha$  - число довжин двійкових серій у складі  $\alpha$ -ї послідовності.

Визначення основ нерівноваго-позиційних чисел для деякої множини довжин двійкових серій одночасно для скорочення ймовірності росту обсягу службової інформації:

$$b_\theta = \Psi_{\text{bm}}(\ell_{\alpha,\theta,1}^{(n)}, \dots, \ell_{\alpha,\theta,\varphi}^{(n)}), \quad (17)$$

де  $\Psi_{\text{bm}}(\ell_{\alpha,\theta,1}^{(n)}, \dots, \ell_{\alpha,\theta,\varphi}^{(n)})$  - функціонал, на базі якого розраховуються основи  $b_\theta$ . Параметрами даного функціоналу є довжини серій бінарних елементів;

$\varphi$  - множина довжин двійкових серій, відносно яких розраховується величина спільної основи  $b_\theta$ .

## Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

18

Двовимірний масив  $I_p^{(n)}$ , елементами якого є довжини двійкових серій, на базі якого розраховуються основи нерівновагових позиційних чисел:

$$I_p^{(n)} = \begin{vmatrix} \ell_{1,1} & \ell_{1,2} & \dots & \ell_{1,\beta} & \dots & \ell_{1,\varepsilon} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ell_{\alpha,1} & \ell_{\alpha,2} & \dots & \ell_{\alpha,\beta} & \dots & \ell_{\alpha,\varepsilon} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ell_{\nu,1} & \ell_{\nu,2} & \dots & \ell_{\nu,\beta} & \dots & \ell_{\nu,\varepsilon} \end{vmatrix} \quad (18)$$

де  $\ell_{\alpha,\beta}$  - величина  $(\alpha; \beta)$ -ї довжини двійкової серії;

$\nu, \varepsilon$  - розмірність масиву  $I_p^{(n)}$ , тобто, обсяг рядків та, відповідно, стовпців масиву.

Уточнення функціональної залежності відносно визначення основ рядків:

$$b(p)_\alpha^{(n)} = \max\{\ell_{\alpha,1} \ell_{\alpha,2} \dots \ell_{\alpha,\beta} \dots \ell_{\alpha,\varepsilon}\} + 1, \quad \alpha = \overline{1, \varepsilon}. \quad (19)$$

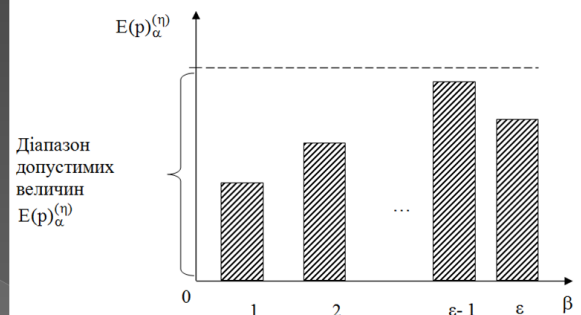


Рисунок 18 – Схематичне зображення характерної залежності між величинами добутку основ та значенням нерівноваго-позиційних чисел.

**Максимальна величина нерівноваго-позиційного числа буде не більшою, ніж значення добутку основ його елементів**

- забезпечується можливість знаходження меж кодових слів без застосування додаткових службових даних;
- зменшується рівень кодової надлишковості

## Схеми кодування на базі нерівновагових позиційних конструкцій

19

Формування кодового опису бітової площини  $S(p)_\eta$  на базі  $\nu$  нерівновагових позиційних чисел, утворених на базі  $\beta$ -го стовпця  $\eta$ -ї площини, що належить  $r$ -му сегменту  $s_{x,y}^{(p)'} :$

$$E(p)_\eta = \bigcup E(p)_\alpha^{(n)}, \quad (20)$$

де  $E(p)_\eta$  - кодове представлення бітової площини  $S(p)_\eta$

Кодова конструкція сегменту:

$$E_{x,y}^{(p)'} = \bigcup_{\eta=1}^{\nu_{bp}} E(p)_\eta. \quad (21)$$

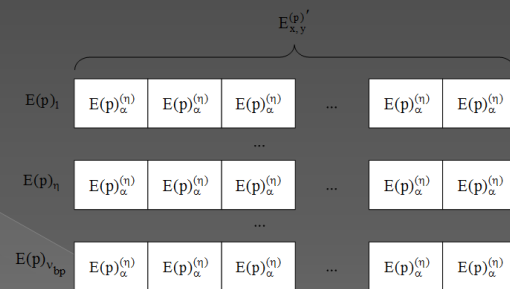


Рисунок 19 – Схема формування коду сегменту зображення на базі нерівновагових позиційних конструкцій

## ВИСНОВКИ

1. Результати ДЗЗ являють собою масиви зображень, отриманих у різних діапазонах спектру.
2. Застосування методів інтелектуальної обробки інформації накладає відповідні вимоги щодо якості зображень, що спричинює ріст роздільних здатностей зображень та як наслідок – суттєве збільшення об'єму біт для їх опису.
3. Для забезпечення ефективного використання пропускну здатності каналів зв'язку у ході трансляції даних ДЗЗ, та скорочення рівня завантаженості локальних файлоосховищ літальних апаратів, необхідно забезпечити ущільнення зібраної графічної інформації, для чого використовуються методи кодування.
4. Умовою стиснення графічних даних без втрат якості є використання відповідних методів кодування, якими на сьогодні можуть бути PNG, JPEG-LS та класичний алгоритм JPEG, за умов функціонування у режимі *loseless*.
5. Найбільший потенціал щодо стиснення графічних даних серед досліджуваних технологій відповідає JPEG у режимі *loseless*, за рахунок удосконалення алгоритму кодування без втрат на останньому етапі JPEG-перетворення.
6. Виконано дослідження підходу до модифікації технологічного етапу стиснення без втрат за рахунок використання кодового представлення бітового опису сегментів зображень. У рамках цього здійснено:
  - обґрунтування потенційної можливості підходу до обробки бітового опису сегментів зображень з використанням нерівновагових позиційних конструкцій;
  - дослідження методу нерівновагового позиційного кодування бітового представлення сегментів зображення з використанням фронтальної та прогресивної схем, перша з яких орієнтується на послідовну обробку біт компонент у вертикальному напрямку, тобто, - у напрямку зменшення їх розрядності;
  - доведено, що навіть за найгірших умов – коли кодуються вертикальні послідовності біт компонент, для досліджуваного методу забезпечується стиснення на рівні, що перевищує показники стандартизованих методів;
  - показано доцільність використання прогресивної схеми кодування бітового опису сегментів зображення, яка забезпечує величину коефіцієнта стиснення, яка перевищує у 1,5 – 2,5 разів значення коефіцієнтів стиснення для традиційних методів (до 3-3,5) та надає можливість балансування між показниками обсягу кодового файлу та рівнем помилки, таким чином дозволяючи виконувати кодування з контрольованим рівнем якості.

ДОДАТОК Б  
ПУБЛІКАЦІЯ

**SCI-CONF.COM.UA**

**MODERN SCIENCE:  
INNOVATIONS AND  
PROSPECTS**



**ABSTRACTS OF II INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
NOVEMBER 7-9, 2021**

**STOCKHOLM  
2021**

51. *Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В., Насальський В. А., Пиріжок В. С.* 286  
 ПЕРЕРобКА ВІДХОДІВ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ В  
 ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ДВИГУНІВ З  
 ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ТЕХНОЛОГІЙ.
52. *Скрытнык В. С., Журавлев Д. Ю., Андрейчиков Е. Ю., Болонный В. Т.* 292  
 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ТОРМОЗОВ.
53. *Сорокіна А. П., Бабич М. І.* 302  
 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОРТИВНИХ  
 РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТСМЕНІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ  
 РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗБІРНОЇ.
54. *Стефанович І. С., Стефанович П. І., Прокопенко І. О.* 306  
 ЯДЕРНИЙ ВИБУХ ТА ЙОГО ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ.
55. *Твердохліб В. В., Харченко Н. А., Калініченко В. М., Галушка С. В., Дяченко Д. А.* 313  
 ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ  
 КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ.
56. *Твердохліб В. В., Юрченко В. Р., Ольховський В. І., Дяченко Д. А.* 317  
 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ  
 ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.
57. *Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Меранова Н. О.* 323  
 ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ НАНОКОМПЗИТІВ ВІД ВЕЛИЧИНИ  
 ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ.
58. *Харченко Н. А., Бойчук М. І., Дяченко Д. А.* 328  
 ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ  
 МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ.
59. *Чупайленко О. А., Ломова К. В., Журавель Н. В.* 331  
 ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНИХ МІЖНАРОДНИХ  
 ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ.
60. *Штрибець В. В., Трофименко А. О., Бойко С. О., Ткаченко В. В.* 335  
 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПІДШИПНИКІВ  
 СУДНОВИХ ВАЛОПРОВОДІВ.
- PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES**
61. *Піпа К. Е., Lystopadova V. V.* 340  
 UNSOLVABLE MATHEMATICAL PROBLEMS AND THEIR IMPACT  
 ON STUDENTS.
- ARCHITECTURE**
62. *Тіхонова О. А.* 343  
 АСПЕКТИ GREEN BIM-МОДЕЛЮВАННЯ В АРХІТЕКТУРІ.
63. *Фостащенко О. М., Архіпова К. К., Фостащенко Д. О., Трушина В. С., Захарова С. О.* 348  
 ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ПАРКІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ.

## ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

Твердохліб Віталій Вікторович

к.т.н.

Харченко Наталія Андріївна

к.т.н., доц.

Калініченко Владислав Максимович,

Галушка Сергій Вячеславович

Дяченко Денис Андрійович

студенти

Харківський національний університет радіоелектроніки

м. Харків, Україна

**Вступ.** Одночасно зі зростанням відсоткової частки відеотрафіку у Всесвітній мережі, яка на сьогодні становить більш, ніж 80%, спостерігається збільшення відсотку відеоінформації, критичної до втрат. Це накладає додаткові вимоги на методи обробки відеоінформації таким чином, щоб забезпечувалася мінімізація внесеної помилки з одночасним досягненням необхідного коефіцієнту стиснення.

**Мета роботи.** Аналіз шляхів підвищення коефіцієнту стиснення відеоданих за умови мінімізації внесених помилок.

**Матеріали і методи.** Виконується аналіз стандартизованих інструментів зниження інформаційної інтенсивності відео, що застосовуються технологіями кодування. Розкриття обмежень, властивих поширеним сьогодні підходам до стиснення відеоінформації може бути виконано на базі системного підходу, керуючись теоретичним апаратом аналізу складних систем. Формування рекомендацій відносно шляхів збільшення продуктивності існуючих методів обробки відео базується на положеннях теорії інформації та кодування.

У рамках сімейства MPEG на сьогодні використовується фронтальний принцип кодування, тобто, такий, за яким усі фрагменти  $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$  що належать  $k$ -му слайсу  $\ell$ -го кадру у потоці обробляються за однаковим сценарієм.

Недоліком такого підходу є те, що семантична складова відеокадрів при цьому не ураховується. При цьому складаються умови, коли фрагмент  $\vartheta_{k,\ell}$ , що не є семантично важливим, у результаті кодування буде представлено деякою кількістю  $R_{k,\ell}$ , яка для даного випадку буде невиправдано високою. Водночас, при цьому не гарантується, що кількість біт для опису семантично складного фрагменту буде достатньо. Тобто, має місце нераціональний розподіл інформаційної інтенсивності у межах слайсу (кадру).

У зв'язку з зазначеним, для збільшення коефіцієнту стиснення відео за умови мінімальної внесеної похибки пропонується такі шляхи удосконалення існуючих підходів до кодування, як:

- на етапі кодування без втрат застосування методів, що орієнтуються на усунення надмірностей, які ігноруються існуючими ймовірнісно-статистичними методами;

- застосування селективного підходу, у рамках якого попередньо виконується оцінка семантичної складності оброблюваного фрагменту.

Перший напрямок передбачає усунення структурної та комбінаторної надмірностей фрагменту  $\vartheta_{k,\ell}$ .

Для цього після етапу кватнізації фрагмент  $\vartheta_{k,\ell}$  підлягає кодуванню у поліадичному просторі, за рахунок чого досягається:

- у середньому у 2 рази вищий коефіцієнт стиснення порівняно з підходами на базі арифметичного кодування або кодування за Хафманом;

- зменшення часу обробки фрагменту  $\vartheta_{k,\ell}$  та обчислювальних ресурсів за рахунок доко, що формування кодового опису  $E(\vartheta_{k,\ell})$  фрагменту не потребує попереднього виконання лінеаризації компонент та процедури RLE;

- можливість резервування обчислювальної потужності, так як кількість операцій у ході побудови кодової конструкції  $E(\vartheta_{k,\ell})$  є детермінованою та не залежить від особливостей його змісту на відміну від поширених сьогодні підходів до кодування без втрат.

$\{\vartheta(c)_{k,\ell}\}$  фрагментів, що містять контури та множина  $\{\vartheta(u)_{k,\ell}\}$ , фрагменти якої контурної інформації не містять, тобто:

$$S_\ell = \{\vartheta(c)_{k,\ell}\} \& \{\vartheta(u)_{k,\ell}\} \quad (3)$$

Аналогічним чином передбачається зміна кроку квантування для обробки фрагментів, а саме:

$$\begin{cases} \vartheta_{k,\ell} \in \{\vartheta(c)_{k,\ell}\} | \eta := \eta - \nu; \\ \vartheta_{k,\ell} \in \{\vartheta(u)_{k,\ell}\} | \eta := \eta + \nu. \end{cases} \quad (4)$$

**Результати та обговорення.** Застосування селективного підходу створює умови для більш раціонального розподілу інформаційної інтенсивності у межах фрагментів кодованого кадру. Це дозволяє збільшити коефіцієнт стиснення відео з внесенням мінімального рівня похибки.

Разом з тим, для уніфікації даного підходу необхідно додатково розробити механізми визначення величин зміни кроку квантування для фрагментів різної семантичної складності. Окрім цього, додаткових досліджень потребує принцип встановлення величин порогів для класифікації фрагментів за семантичною складністю.

**Висновки.** Розглянуто недоліки існуючого підходу до кодування відеоінформації. Обґрунтовано доцільність застосування механізмів кодоутворення оброблюваних фрагментів відео потоку у поліадичному просторі та використання селективного підходу до кодування. Такий підхід дозволяє розподіляти крок квантування між фрагментами кадрів (сласів) залежно від їхньої семантичної складності, що дає змогу збільшити коефіцієнт стиснення за умови внесення мінімальної помилки у ході обробки відеопослідовності.

