

# ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Харківський національний університет радіоелектроніки  
Кафедра ІМІ

Магістерська атестаційна робота  
на тему

## Дослідження методів кодування без втрат у складі технологій стиснення відеоінформації

Виконав: *Ресненко Я.*  
Керівник: *Твердохліб В.В.*

Харків - 2022

**Мета роботи:** дослідження можливостей удосконалення існуючих методів кодування відеоінформації шляхом застосування альтернативних методів кодування без втрат у складі технологій стиснення

### **Перелік завдань, що потребують вирішення:**

1. *Визначити роль відеоінформації у впровадженні новітніх технологічних концепцій*
2. *Розглянути комплексні алгоритми кодування без втрат*
3. *Виконати аналіз методів кодування без втрат, що входять до складу сучасних технологій обробки мультимедійних даних*
4. *Дослідити підхід до кодування без втрат на базі кодів з плаваючими вагами*

Телемедицина  
Системи голографічних комунікацій  
Автономні роботизовані системи

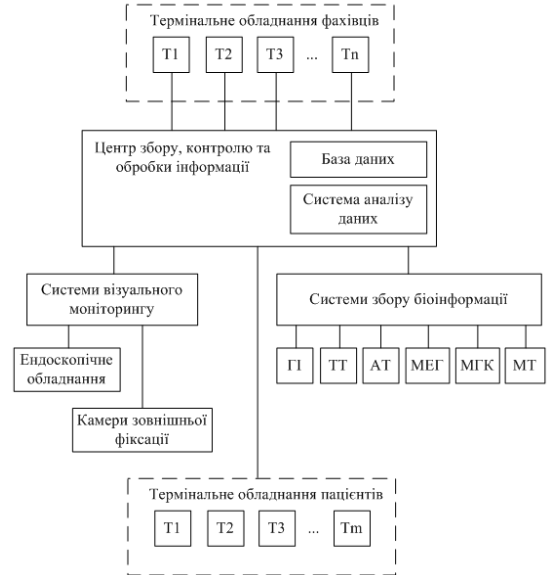


Рисунок 1 – Складові компоненти системи телемедицини

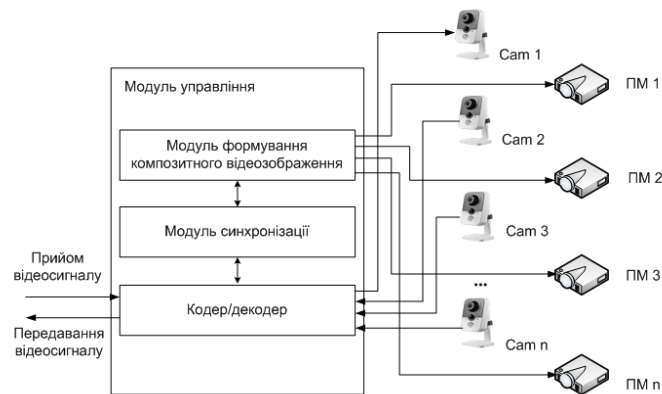


Рисунок 2 – Структурна схема системи голографічних комунікацій



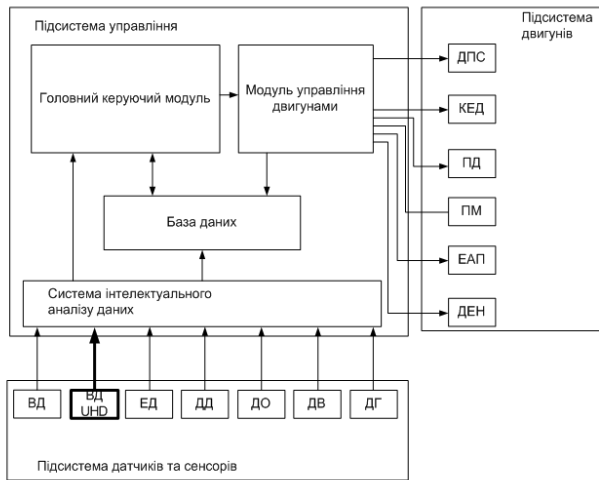


Рисунок 3 – Загальна схема автономної роботизованої системи

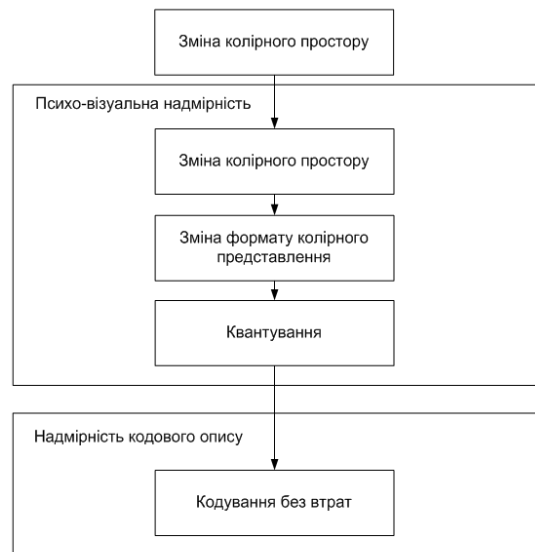


Рисунок 4 – Функціональні технологічні етапи, що застосовуються у схемі MPEG для скорочення різних типів надмірностей



Рисунок 5 – Загальна схема двохетапного підходу до обробки даних на рівні джерела



Рисунок 6 – Найбільш поширені алгоритми контекстного кодування загальної групи



0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0

1	0	0	0
1	1	1	0
0	0	1	1
0	1	0	1

1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	0	0
0	0	0	0

Рисунок 7 – Приклад послідовності бінарних матриць, отриманих у результаті виконання декомпозиції вихідного фрагменту

Процедура декомпозиції десяткових компонент:

$$C_{mn} = c_{mn}^{(\beta)} 2^{\beta-1} + c_{mn}^{(\beta-1)} 2^{\beta-2} + \dots + c_{mn}^{(\beta-\xi)} 2^{\beta-\xi-1} + \dots + c_{mn}^{(2)} 2 + c_{mn}^{(1)}, \quad (1)$$

де  $c_{mn}^{(\beta)}$  - двійковий елемент (біт)  $\beta$ -го розряду, що локалізується на позиції  $m, n$  у рамках  $\beta$ -ї матриці.

	x	0	1	2	3
y	0	0	0	1	1
	1	0	1	0	0
	2	1	0	0	0
	3	0	1	0	0

Рисунок 8 – Схема обходу біт двійкової матриці у ході виконання проходу clean-up pass



D <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>
H <sub>0</sub>	X	H <sub>1</sub>
D <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>

Рисунок 9 – Розрахунок значення контексту для компоненти X на базі величин значущості сусідніх компонент

Таблиця 1 – Перелік контекстів, що застосовуються у ході моделювання

Операція	Контекст, CX
Zero coding (ZC) (кодування нуля)	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
Sign Coding (SC) (кодування знаку)	9
	10
	11
	12
	13
Magnitude Refinement Coding (MRC)	14
	15
	16
Run length Coding UNIFORM	17
	18





Рисунок 10 – Порівняльний аналіз комплексних алгоритмів кодування залежно від тих чи інших показників

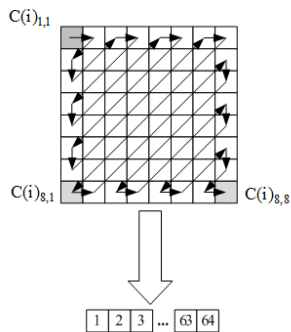


Рисунок 11 – Процес лінеаризації компонент з використанням процедури зигзаг-сканування

Таблиця 2 – Ймовірності появи символів у межах алфавіту початкового повідомлення

Символ	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>8</sub>
Ймовірність	0.23	0.19	0.16	0.16	0.10	0.10	0.05	0.01

0,23	0,19	0,16	0,16	0,10	0,10	0,05	0,01
s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>8</sub>

Рисунок 12 – Масив вільних вузлів-листів

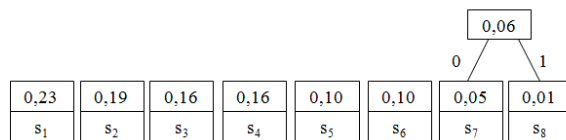


Рисунок 13 – Бінарне дерево Хаффмана, утворене після виконання першого кроку обробки

Аналіз існуючих алгоритмів ущільнення відеоданих

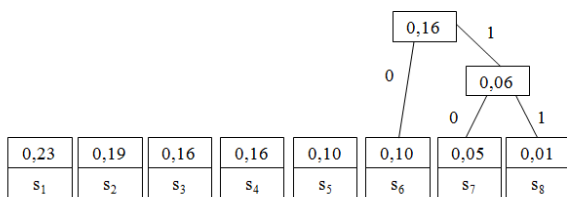


Рисунок 14 – Бінарне дерево Хафмана, утворене після виконання другого кроку обробки

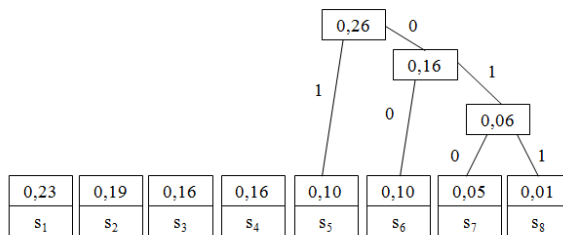


Рисунок 15 – Бінарне дерево Хафмана, утворене після виконання третього кроку обробки



Аналіз існуючих алгоритмів ущільнення відеоданих

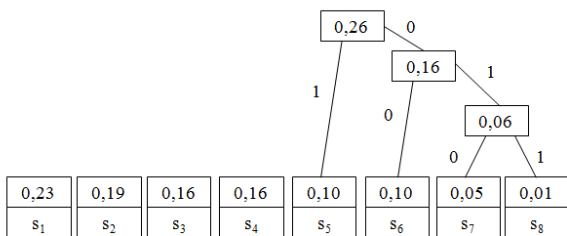


Рисунок 15 – Бінарне дерево Хафмана, утворене після виконання четвертого кроку обробки

Таблиця 3 – Отриманий кодовий опис вихідних символів алфавіту повідомлення, сформований з використанням алгоритму Хафмана

СИМВОЛ	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>8</sub>
Код	10	11	000	0 0 1	011	0100	01010	01011

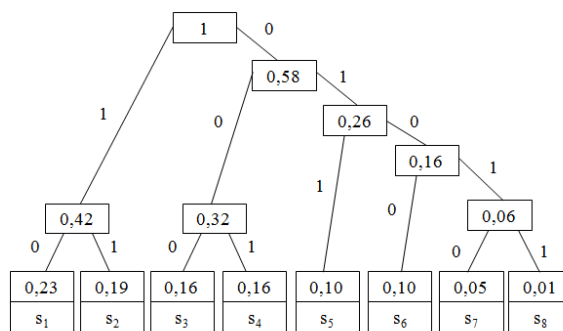


Рисунок 16 – Підсумкова структура бінарного дерева Хафмана



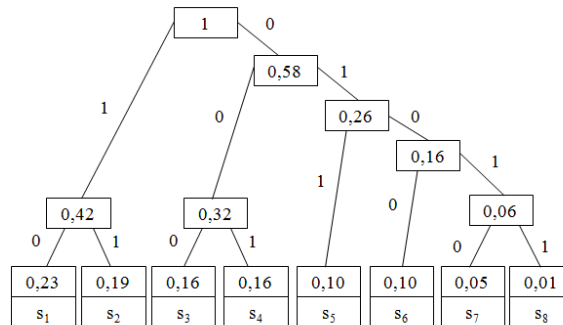


Рисунок 17 – Структура бінарного кодового дерева в альтернативному варіанті формування

Таблиця 4 – Сформований алфавіт повідомлення, який відповідає альтернативному варіанту бінарного кодового дерева

СИМВОЛ	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>8</sub>
Код	11	10	011	001	000	0101	01001	01000

Кодова конструкція сегменту зображення:

$$E(\Omega'_i) = \{\Theta_1; \Theta_2; \dots; \Theta_\ell; \dots; \Theta_L\} = \bigcup_{\ell=1}^L \Theta_\ell \quad (2)$$

де  $\Theta_\ell$  - окреме поліадичне число

Властивість, відмінності формування поліадичних чисел за рядками та стовпцями:

$$\Theta_k \neq \Theta_\ell, \quad (3)$$

Властивість рівності кількості біт на біноміально-поліадичний опису при обробці сегменту за рядками та стовпцями:

$$\Psi(E(\Omega'_i)) | \Theta_k = \Psi(E(\Omega'_i)) | \Theta_\ell. \quad (4)$$

У свою чергу, значення  $\Psi(E(\Omega'_i))$  може бути розраховано наступним чином:

$$\Psi(E(\Omega'_i)) = \log_2 E(\Omega'_i) \quad (5)$$

Обчислення значення поліадичного числа:

$$\Theta_\ell = \sum_{x=1}^K W(i)_\ell^{(x)} \cdot C(i)_{x,y}, \quad (6)$$

де  $W(i)_\ell$  - складник, що являє собою плаваючий коефіцієнт для  $\ell$ -го стовпця, що належить  $i$ -му сегменту  $\Omega'_i$ .

Визначення елементів  $\xi_{x,y}$  множини  $\{\Xi\}$  - основ рядку:

$$\xi_x = \max(C(i)_{x,y}) + 1. \quad (7)$$

Розрахунок плаваючих коефіцієнтів на базі відомостей про множини основ рядків:

$$W(i)_\ell = \prod_{\alpha=x+1}^K \xi_\alpha, \quad (8)$$

де  $K$  - кількість рядків (елементів  $C(i)_{x,y}$  у стовпцю).

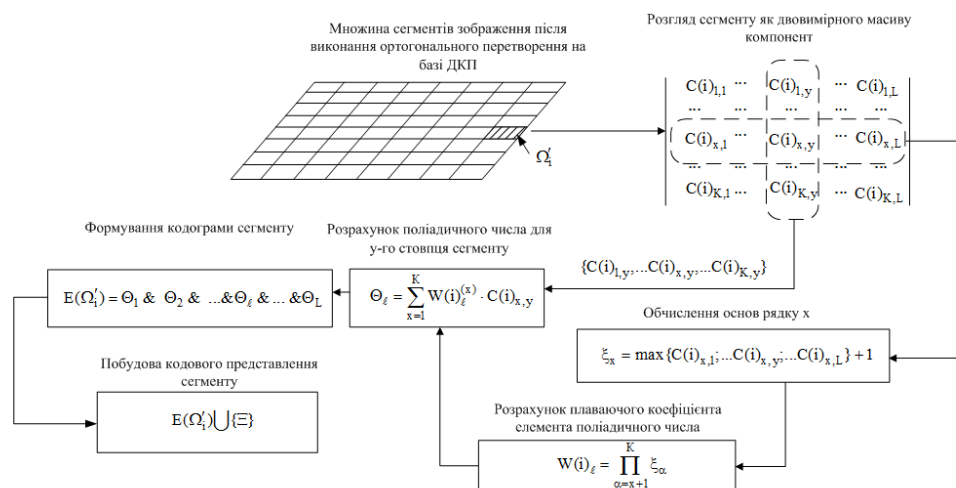
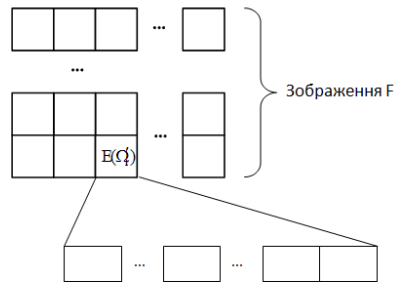


Рисунок 18 – Схема формування кодового опису сегменту у біноміально-поліадичному просторі



Принцип відновлення інформації вихідного сегменту  $\Omega'_i$ , як множини компонент  $C(i)_{x,y}$ , з кодової конструкції  $E(\Omega'_i)$ :



$$C(i)_{x,y} = \left[ \frac{\Theta_\ell}{W(i)_\ell} \right] - \left[ \frac{\Theta_\ell}{\xi_x \times W(i)_\ell} \right] \times \xi_x, \quad (9)$$

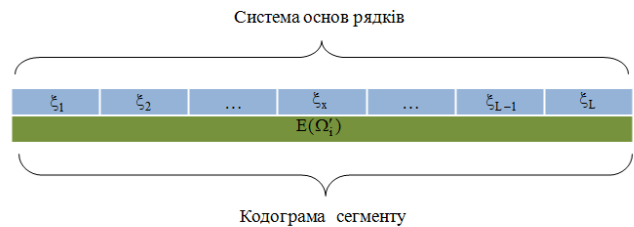


Рисунок 19 – Загальна структура кодограми сегменту зображення, утворена з використанням масиву розрахованих поліадичних чисел

Рисунок 20 – Структура кодового представлення сегменту у біноміально-поліадичному просторі

#### Кількість математичних операцій на обробку сегменту відеокадру:

- За методом Хафмана – від 197 до 4288;
- на базі біноміально-поліадичного коду - 668

Формування компактного кодового представлення сегменту у біноміально-поліадичному просторі потребує у 8 разів менше обсягу математичних обчислень, ніж у випадку кодування на базі методу Хафмана для найгіршого випадку і майже у 4 рази – для випадку обробки за Хафманом сегменту середньої складності.

Кількість операцій у ході побудови біноміально-поліадичного коду сегменту є сталою та не залежить від його особливостей. Це, у свою чергу, дозволяє більш гнучко керувати обчислювальним навантаженням на пристрій, на базі якого побудовано кодер, та резервувати певний відсоток потужності.

1. Виявлено проблематику розвитку ряду новітніх технологічних концепцій. Було визначено, що повноцінне утілення та подальше ефективне функціонування кожної з зазначених концепцій потребує застосування у їх складі систем відеофіксації надвисокої роздільної здатності. У той же час, доступний зараз технологічний базис не дозволяє налагодити функціонування даних систем на базі інфокомунікаційної мережі. При цьому, впровадження мереж доступу 5 покоління також не гарантує сталої роботи означених систем..
  2. Проведено аналіз роботи сучасних методів кодування відеоінформаційних ресурсів для виявлення механізмів, модифікація яких потенційно здатна збільшити підсумковий коефіцієнт стиснення без внесення додаткової похибки.
  3. Досліджено існуючі підходи до кодування без втрат. Виявлено, що найбільш ефективними тут зараз є комплексні алгоритми, що мають у своєму складі власне сам механізм стиснення, та механізми побудови контекстної моделі, що, у свою чергу, підвищує ефективність ключового алгоритму стиснення без втрат.
  4. Виконано оцінку роботи методу кодування за Хафманом. Показано, що технологічний етап стиснення на базі даного методу потребує окремого виконання етапів лінеаризації та RLE (побудови контекстної моделі). Це ж є справедливим і для арифметичного кодування.
  5. Досліджено особливості стиснення без втрат на базі компактного подання сегментів відео зображення у біноміально-поліадичному просторі. Даний підхід забезпечує у середньому на 20% вищий коефіцієнт стиснення ніж для випадків статистичного кодування, що автоматично робить його перспективним для застосування у якості альтернативи існуючим методам.
  6. Виконано оцінку швидкості кодоутворення для методу Хафмана та підходу на базі біноміально-поліадичного кодування. За результатами цього виявлено, що:
    - метод Хафмана для побудови коду одного сегменту потребує виконання у середньому майже у 4 рази більше математичних дій, ніж для випадку формування біноміально-поліадичного опису;
    - кількість дій у ході побудови коду для випадку методу Хафмана може суттєво варіюватися та залежить від особливостей змісту оброблюваних фрагментів;
    - для процесу побудови біноміально-поліадичного коду кількість математичних операцій завжди є сталою та не залежить від будь-яких характеристик сегментів кадру.
    - Менша ресурсоемісність методу біноміально-поліадичного кодування та прогнозованість необхідного обчислювального навантаження для його реалізації дозволяє, по-перше, утілювати кодек на його базі навіть для систем, що не відзначаються значною потужністю а по-друге – прогнозувати можливий обсяг необхідних ресурсів, що здатне підвищити ефективність функціонування системи у цілому.
- Отже, усі завдання опрацьовано та виконано у повному об'ємі.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**

