

УДК 621.327:629.391

М.М. Колмиков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ СТИСКУ І ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ ДЛЯ БАЗОВИХ КОМПЛЕКСІВ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

*Приведені варіанти технічної реалізації алгоритмів стиску та відновлення зображень на основі дискретного перетворення Хартлі, які можуть використовуватися в цифрових базових комплексах повітряної розвідки.*

*алгоритм стиску, дискретне перетворення Хартлі*

### Вступ

**Постановка завдання.** У разі високих вимог щодо оперативності доставки розвідданих повітряної розвідки, наприклад, при проведенні розвідки району бойових дій, де відбувається швидка зміна обстановки і розвіддані повинні доставлятися в темпі ведення розвідки, необхідно використовувати додаткові засоби обробки розвідданих [1]. Це пов'язано з тим, що основним видом розвідданих повітряної розвідки є знімок об'єкта розвідки, який при поданні в цифровому вигляді займає порівняно великі об'єми пам'яті і вимагає значних часових витрат при обробці і передачі. Отже, в цих умовах завдання забезпечення своєчасної доставки зображень об'єктів розвідки можливо вирішити за рахунок зменшення об'єму розвідданих, що передаються за рахунок використання алгоритмів стиску і відновлення цифрових зображень. При цьому, як показав аналіз сучасних методів стиску інформації, найбільш перспективним підходом до стиску і відновлення зображень в умовах часових обмежень є методи та алгоритми на основі ортогональних перетворень [2].

Одним з таких ортогональних перетворень є дискретне перетворення Хартлі (ДПХ), на його основі запропоновані перспективні алгоритми стиску і відновлення зображень [3 – 9].

**Мета статті.** Запропонувати варіанти технічної реалізації алгоритмів стиску та відновлення зображень на основі ДПХ, які можуть використовуватися в цифрових базових комплексах повітряної розвідки.

**Аналіз літератури.** Виходячи з аналізу літератури [2, 4, 5, 9] існують такі способи технічної реалізації розроблених алгоритмів:

- програмна реалізація у вигляді програмного модуля для універсальних обчислювальних систем;
- апаратна реалізація:
  - у вигляді мікропроцесорної системи;
  - у вигляді пристрою на дискретних елементах або програмованих логічних інтегральних схемах.

### Основна частина

Програмна реалізація. Прикладом реалізації розроблених алгоритмів стиску і відновлення зображень на основі ДПХ у вигляді програмного модуля

для універсальних обчислювальних систем є наведена у [7] програмна модель. Вона виконує наступні функції:

стиснення і відновлення зображень будь-якої розмірності на основі розроблених алгоритмів;

розрахунку значень коефіцієнту стиску і середньоквадратичного відхилення (СКВ) для оброблюваних зображень;

регулювання величини порогу для модифікованої процедури порогового відбору розробленого алгоритму стиску;

генерації колірних значень блоку зображення в будь-якому діапазоні, виконання над ним ДПХ, формування трансформант;

зміни сформованої трансформанти ДПХ, відновлення блоку зображення, порівняння, розрахунку СКВ; розрахунку матриці взаємного впливу коефіцієнтів ДПХ;

здійснення підрахунку статистичних показників. Вигляд основного вікна програмної реалізації представлений на рис. 1, де:

1 – вікно колірних значень блоку зображення, що згенерували, розмірності  $16 \times 16$ ;

2 – вікно трансформанти ДПХ розмірності  $16 \times 16$ ;

3 – вікно відновлених колірних значень блоку зображення, розмірності  $16 \times 16$ ;

4 – кнопка запуску процедури округлення коефіцієнтів ДПХ;

5 – кнопка запуску процедури збереження матриці взаємного впливу в окремий документ;

6 – кнопка запуску процедури збереження трансформанти ДПХ в окремий документ;

7 – кнопка запуску процедури порівняння вихідних колірних значень блоку зображення з відновленими, і розрахунок СКВ;

8 – кнопка запуску процедури генерації колірних значень блоку зображення, відображених у вікні 1 в діапазоні значень, вказаних у вікні 12;

9 – вікно вибору величини порогу для модифікованої процедури порогового відбору;

10 – кнопка запуску процедури розрахунку матриці взаємного впливу по кількості дослідів вікна 11;

11 – вікно вибору величини кількості дослідів за розрахунком матриці взаємного впливу коефіцієнтів;

- 12 – вікно вибору діапазону значень процедури генерації колірних значень блоку зображення;
- 13 – запуск процедури прямого ДПХ для колірних значень блоку зображення, відображених у вікні 1;
- 14 – запуск процедури зворотного ДПХ для значень трансформанти ДПХ, відображених у вікні 2;
- 15 – кнопка запуску процедури генерації колірних значень блоку зображення, відображених у вікні 1 без вибору діапазону;
- 16 – кнопка запуску процедури очищення значень;
- 17 – кнопка виходу з програмної моделі;
- 18 – вікно ходу виконання операцій;
- 19 – меню відкриття файлу зображення.

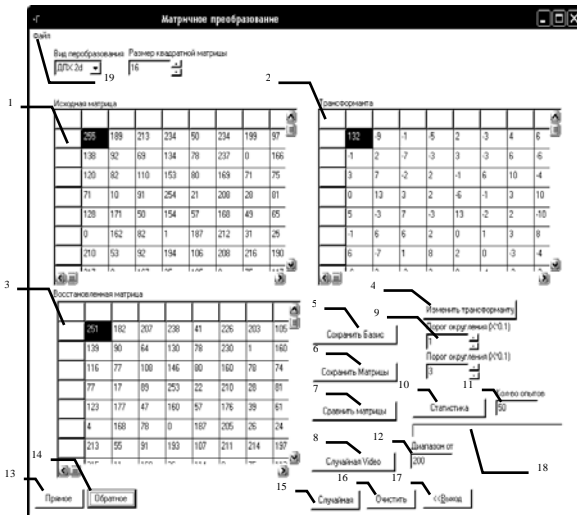


Рис. 1. Основне вікно програмної моделі алгоритмів стиску і відновлення зображень на основі ДПХ

Достоїнством програмної реалізації є низька вартість і простота, проте, необхідно враховувати, що універсальні обчислювальні системи виконують одночасно безліч інших завдань, що суттєво знижує її ефективність і обмежує можливість розпаралелювання операцій. В цьому випадку ефективність методу залежить від продуктивності обчислювальної системи, яка в свою чергу визначається її архітектурою.

**Апаратна реалізація.** При апаратній реалізації розроблені алгоритми реалізувати у вигляді мікропроцесорної системи або у вигляді пристрою на дискретних елементах або програмованих логічних інтегральних схемах.

У разі реалізації у вигляді мікропроцесорної системи (МПС) як мікропроцесор (МП) для пристрою може використовуватися [10]: універсальний мікроконтролер (МК), що забезпечує пристрою максимальну функціональність; однокристална ЕОМ (ООВМ) з інтегрованими основними цифровими пристроями; цифрові сигнальні процесори (ЦСП) – спеціально оптимізовані для виконання операцій цифрової обробки сигналів.

Структурна схема мікропроцесорної системи приведена на рис. 2. У даному пристрої у вигляді мікропроцесорної системи всі процедури розроблених алгоритмів виконуються в центральному пристрої – мікропроцесорі (МК, ООВМ або ЦСП).

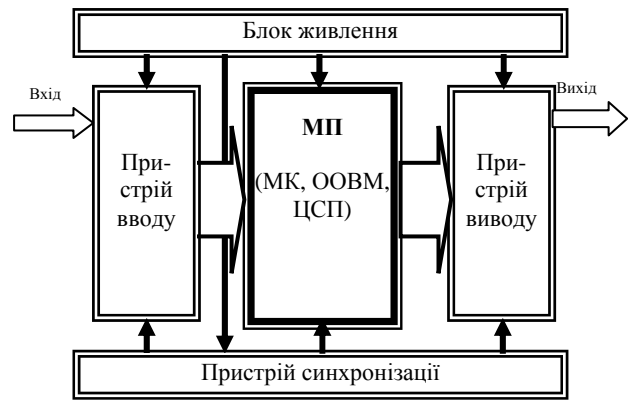


Рис. 2. Структурна схема мікропроцесорної системи, що реалізує розроблені алгоритми

Найважливішою складовою МПС є програма, що управляє роботою пристрою. Для пристрою, що реалізує розроблені алгоритми, програма, що управляє, може бути розроблена на їх основі.

Для деяких мікропроцесорів відомих виробників існує можливість трансляції програм, написаних на мовах високого рівня, в машинний код даного мікропроцесора [10]. Зберігання програми, роботою пристрою, що управляє, забезпечує відповідний блок постійної пам'яті (БПП), інтегрований в МК або ООЭВМ. Призначення решти блоків наступне:

вхідний пристрій сполучення служить для узгодження параметрів шини, по якій поступають вхідні дані з параметрами інтерфейсу МПС. При аналогових вхідних сигналах може містити аналого-цифровий перетворювач;

блок оперативної пам'яті (БОП) забезпечує зберігання проміжних даних в процесі обробки зображення;

вихідний пристрій сполучення служить для узгодження параметрів інтерфейсу МПС з параметрами шини, на яку видаються результати обробки вхідних даних, а також забезпечує взаємодію пристрою стиску з комплексом технічних засобів повітряної розвідки;

блок живлення забезпечує напругу для всіх компонентів МПС;

пристрій синхронізації служить для синхронізації роботи МПС із зовнішніми підсистемами.

Зв'язок і обмін інформацією усередині МПС здійснюється за допомогою колективних шин (магістралей) адреси, даних і управління.

Обробка зображення проводиться по блоках, при цьому пристрій працює таким чином: на вхід пристрою поступають відліки зображення, які через вхідний пристрій узгодження і інтерфейс МПС записуються до внутрішнього БОП МП. Після надходження всіх відліків поточного блоку над вхідними даними виконуються процедури, код яких записаний у внутрішній БПП. Результат виконання процедур зберігається в оперативній пам'яті МП і видається на вихідну шину. Ефективність виконання методу в даному варіанті технічної реалізації визначається продуктивністю центрального МП.

Перевагами апаратної реалізації на базі мікропроцесорної системи є невисока вартість, простота

реалізації і можливість перепрограмування процедур обробки. Недоліками є неможливість організації паралельної обробки, невеликі об'єми вбудованих пристроїв МП, що запам'ятовують, що обмежує можливості по обробці зображень.

У разі апаратної реалізації алгоритмів стиску і відновлення зображень у вигляді пристрою на дискретних елементах або програмованих логічних інтегральних схемах операції розроблених процедур реалізуються на дискретних елементах: регістрах, суматорах, тригерах, лічильниках і ін. При цьому достатньо легко реалізувати паралельне виконання багатьох операцій. Варіант структурної схеми пристрою, що дозволяє здійснити розроблений алгоритм стиску зображень, приведений на рис. 3.

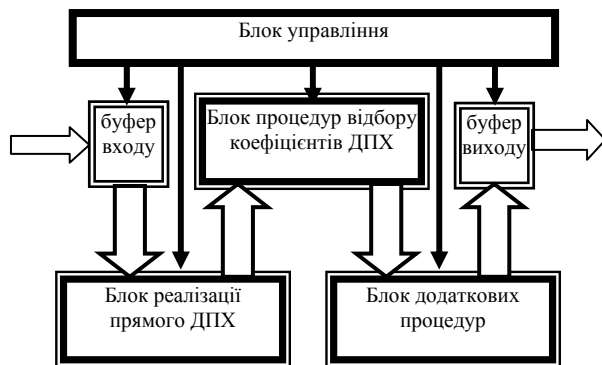


Рис. 3. Структурна схема пристрою, який реалізує алгоритм стиску зображень на основі ДПХ

Далі наведені основні блоки пристрою [4, 5]. Буфер входу забезпечує зберігання початкових зображень тих, що поступають на вхід пристрою. Залежно від алгоритму взаємодії пристрою з рештою комплексу технічних засобів він може бути регістром, що зберігає блок зображення або ціле зображення. Блок реалізації прямого ДПХ виконує перетворення даних, що поступають з буфера входу. Блок процедур відбору коефіцієнтів ДПХ здійснює кодування трансформант відповідно до розроблених процедур відбору коефіцієнтів. У загальному випадку для реалізації блоку на дискретних елементах може бути використана будь-яка з базових схем порівняння [5]. Блок управління виробляє сигнали, що управляють, синхронізують роботу блоків, що входять до складу пристрою. Буфер виходу забезпечує зберігання і прочитування з пристрою зображень в компактному виді. Залежно від алгоритму взаємодії пристрою із рештою комплексу технічних засобів він може бути побудований з декількох ОЗУ, кожне з яких забезпечує зберігання одного або декількох зображень в компактному виді.

Достоїнством описаної технічної реалізації у вигляді пристрою на дискретних елементах є висока швидкість. Недоліками – невисока надійність пристроїв на дискретних елементах і висока вартість. Проте, значно понизити вартість і підвищити надійність розробленого пристрою, при збереженні високих показників продуктивності, можна за рахунок застосування

програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). В цьому випадку схема розробленого пристрою переноситься на кристал ПЛІС при її програмуванні. А оскільки для реалізації запропонованого пристрою досить одного – двох кристалів ПЛІС, то суттєво знизяться і масогабаритні характеристики пристрою.

Враховуючи сучасний рівень розвитку мікроелектроніки, найбільш переважної представляється апаратна реалізація розробленого методу на основі МПС. Основною перевагою даного виду реалізації є можливість розширення або зміни функціональності пристрою за рахунок зміни програми, що управляє.

## Висновок

Запропоновані варіанти програмної реалізації і структурні схеми пристроїв алгоритмів стиску і відновлення зображень для їх апаратної реалізації, які можуть бути використані для розробки засобів стиску базових комплексів повітряної розвідки.

## Список літератури

1. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'яковський, В.Б. Голубко: Монографія. – К.: НАОУ, 2002. – 202 с.
2. Бондарев В.Н., Тресер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: Учебн. пособ. для вузов. 2-е изд. – Х.: Конус, 2001. – 398 с.
3. Брайсуэлл Р.Н. Быстрое преобразование Хартли // ТИИЭР. – 1984. – № 8. – С. 19-27.
4. Д.П. 14431 України, 51МПК G 06 F 5/00, G 06 F 17/14 / С.В. Дуденко, І.В. Рубан, С.В. Алексеев, М.Н. Колмыков, В.В. Калачева. Пристрій для обчислення усіченого перетворення Фур'є в залишкових класах; – Заявл. 21.11.2005; Опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5. – 5 с.
5. Д.П. 64265 А України, 5МПК G 06 F 07/04 / І.В. Рубан, С.В. Дуденко та інші. Пристрій для реалізації швидкого перетворення Хартлі; – Заявл. 21.04.2003; Опубл. 16.02.2004. – Бюл. № 2. – 4 с.
6. Колмиков М.М. Алгоритм компактного представлення статичних зображень // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 2. – С. 35-38.
7. Колмыков М.Н. Метод сжатия и восстановления изображений на основе дискретного преобразования Хартли // Тези доповідей XVI міжнародн. НПК «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Секція 21. – Х.: Курсор. – 2006. – С. 63.
8. Рубан І.В., Колмыков М.Н., Дуденко С.В. Быстрый алгоритм формирования трансформанты дискретного преобразования Хартли // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – 2005. – Вип. 3(4). – С. 96-98.
9. Рубан І.В., Колмыков М.Н., Резуненко А.А. Адаптивный алгоритм сжатия данных в компьютерных сетях // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вип. 4. – С. 67-72.
10. Косячков Р. Микроконтроллеры // Компьютерра. – Х.: Фокс, 2001. – № 27. – С. 18-27.

Надійшла до редакції 5.12.2007

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент І.В. Рубан, Харківський університет Повітряних Сил ім. і. Кожедуба, Харків.