

УДК 621.327:629.391

І.В. Рубан, М.М. Колмиков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СТИСКУ І ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОМУ ПІДХОДІ ДО СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ

*Приведені результати експериментів за оцінкою ефективності стиску і відновлення статичних зображень методами на основ об'єктно-орієнтованого підходу стискування*

*об'єктно-орієнтований підхід стискування зображень*

### Постановка задачі

Аналіз сучасних підходів і методів стиску зображень показує, що в системах оптичного моніторингу землі одержувані знімки піддаються стиску цілком (без розділення на зображення об'єктів і фон) [1]. Такий підхід призводить до того, що при високому коефіцієнті стиску зображення об'єктів неприпустимо спотворюються, а лінійні і малорозмірні зображення об'єктів взагалі згладжуються і пропадають.

За цим був запропонований об'єктно-орієнтований підхід (ООП) до ведення моніторингу поверхні Землі [4], що полягає в комплексному використанні методів стиску цифрових зображень. Суть підходу полягає у виділенні на одержаних зображеннях поверхні землі об'єктів і стиску їх методом без втрат з метою збереження якості зображення і негайної передачі.

При цьому пропонується загальне одержане зображення, паралельно стискати методом стиску з втратами на основі ортогональних перетворень з метою досягнення максимального ступеня стиску зображення і подальшого його передачі.

**Мета статті.** Оцінити ефективність стиску і відновлення статичних зображень при об'єктно-орієнтованому підході до стиснення зображень.

**Аналіз літератури.** Виходячи з аналізу літератури [6, 7] порівняльна оцінка ефективності стиску і відновлення зображень проводиться за наступними «класичними» показниками:

$K_{cm}$  – коефіцієнт стиску що характеризує ступінь стиску зображень;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення відновленого зображення (СКВ), що суб'єктивно характеризує якість відновлення зображень;

$t_{cm}, t_g$  – час виконання стиску і відновлення зображень.

Порівняння параметрів запропонованими методами [6, 7] на основі ООП з існуючими стандартами стиску зображень проводилося а кожним показником при фіксованих інших [6].

### Основна частина

Порівняльна оцінка ступеня стиску зображень. Найважливішою характеристикою стандартів і методів стиску зображень є ступінь стиску зображення [5, 6]. Саме зменшення об'єму даних визначає функціональну придатність розробленого методу на основі ООП для систем моніторингу земної поверхні.

Як показав аналіз результатів експерименту, описаного в [6]: для середньо- і високонасичених зображень коефіцієнт стиску, забезпечуваного розробленими алгоритмами стиску на основі ДПХ вище в середньому на 25%, чим коефіцієнт стиску, забезпечуваного стандартами стиску JPEG і JPEG2000, при цьому максимальне значення коефіцієнта стиску для розроблених алгоритмів спостерігається при стисненні високонасичених зображень моніторингу земної поверхні. Проте, хочаби із того, що запропонований об'єктно-орієнтований підхід передбачає виділення зображень об'єктів і стиску їх окремим алгоритмом, був проведений експеримент за визначенням ефективності стиску зображень об'єктів стандартами стиску JPEG і JPEG2000.

Виходячи із структури розглянутих стандартів, було зроблене припущення про залежність ефективності стиску від розмірів зображень. З цією метою були проведені експерименти по стисненню статичних зображень середнього ступеня насиченості за допомогою вказаних стандартів шляхом вибору порогів фільтрації [2, 6]. Які показали, що ефективність стиску малорозмірних зображень на основі JPEG наближається до 1, а JPEG 2000 не здійснює стиску, що дає право говорити про непримиренність даних підходів до стиску малорозмірних зображень об'єктів.

Виходячи з цього, був проведений експеримент за визначенням середнього значення коефіцієнта стиску зображень, одержаних в результаті моніторингу земної поверхні, для методу стиску зображень на основі ООП і методів стиску з втратами, реалізованими в сертифікованих стандартах стиску JPEG і JPEG2000 з фіксованим значенням СКВ. Приклад одного із зображень представлений на рис. 1.



Рис. 1. Приклад зображення, одержаного в результаті моніторингу земної поверхні: а – початкове зображення; б – початкове зображення після виділення зображень об'єктів; в, г – стислі зображення при однаковому значенні СКВ стандартом JPEG і пропонуваними алгоритмами на основі ООП відповідно

Залежності середнього значення коефіцієнта стиску зображень, одержаних в результаті моніторингу землі, забезпечуваними пропонуваними методами, і стандартів стиску від % розміру зображень об'єктів, що виділяються, при збереженні необхідної їх якості приведені на рис. 2. При цьому максимальна кількість об'єктів, що виділяються, на зображенні моніторингу земної поверхні може займати не більше 20 % розміру всього зображення [1].

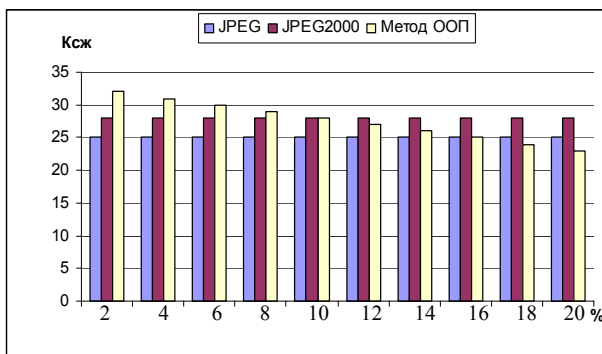


Рис. 2. Залежність коефіцієнта стиску від % розміру зображень об'єктів, що виділяються, для розробленого методу на основі ООП і стандартів стиску зображень

Аналіз результатів експерименту дозволив зробити ряд висновків:

– для зображень, одержаних в результаті моні-

торингу землі і зображень об'єктів, що містять до 10% – 15% розміру, коефіцієнт стиску, що забезпечується розробленими алгоритмами вище, ніж коефіцієнт стиску, забезпечуваного стандартами стиску;

– для зображень, що містять понад 15% розміру зображень об'єктів, коефіцієнт стиску, що забезпечується розробленими алгоритмами не значно нижче, ніж коефіцієнт стиску, забезпечуваного стандартами стиску, проте при цьому зображення об'єктів стискаються без спотворення.

Отже, це дозволяє про високу ефективність стиску на основі об'єктно-орієнтованого підходу при обробці зображень, одержаних в результаті моніторингу землі

*Порівняльна оцінка часу виконання стиску зображень, одержаних в результаті моніторингу землі*  
Для порівняльної оцінки часу виконання стиску і відновлення зображень на основі розробленого методу і стандартів стиску розглянемо часові складові виконання стиску і відновлення зображень [3, 6].

Отже, час стиску зображень методом на основі ООП складається з наступних складових:

$$t_{ст} = t_{вид} + t_{стДПХ} + t_{ст_об}, \quad (1)$$

де  $t_{ст}$  – час стиску методом на основі ООП;  $t_{вид}$  – час виділення зображень об'єктів;  $t_{стДПХ}$  – час стиску

зображень методом на основі ДПХ;  $t_{ст\_об}$  – час стиску зображень об'єктів.

Відповідно, час відновлення зображень методом на основі ООП складається з наступних складових:

$$t_b = t_{вДПХ} + t_{в\_об}, \quad (2)$$

де  $t_b$  – час відновлення методом на основі ООП;  
 $t_{вДПХ}$  – час відновлення зображень методом на основі ДПХ;  
 $t_{в\_об}$  – час відновлення зображень об'єктів.

При цьому в відсотковому співвідношенні час стиску зображень методом на основі ДПХ  $t_{стДПХ}$  займає 85 – 90 % всього часу стиску зображення, отриманого в результаті моніторингу землі  $t_{ст}$ , час виділення зображень об'єктів  $t_{вид}$  позичає близько 7% від всього часу стиску зображення, а час стиску зображень об'єктів  $t_{ст\_об}$  – відповідно близько 3 – 8 % [6] залежно від кількості виділених об'єктів.

Виходячи з цього, найбільш критичним є час стиску зображень методом на основі ДПХ  $t_{стДПХ}$ . При цьому, як показав аналіз результатів експерименту, описаного в [6]: часу виконання прямого і зворотного перетворення Хартлі, яке лежить в основі даного методу стиск, в 7 разів менше ніж у ДКП, яке є основою стандартів стиску JPEG і JPEG2000 [2, 3]. Отже, це дозволяє припускати що, час виконання стиску зображень методом на основі об'єктно-орієнтованого підходу буде значно менший, ніж час стиску зображень стандартами JPEG і JPEG2000.

З метою перевірки цього порівняння був проведений розрахунок часу стиску зображень, одержаних в результаті моніторингу землі, при розбитті його на блоки розмірності  $16 \times 16$  для процесора Intel Pentium 4 3 ГГц. Залежність часу виконання стиску зображень різної розмірності від % розміру зображень об'єктів, що виділяються, для методу на основі ООП і стандартів стиску JPEG і JPEG2000 представлена на рис. 3.

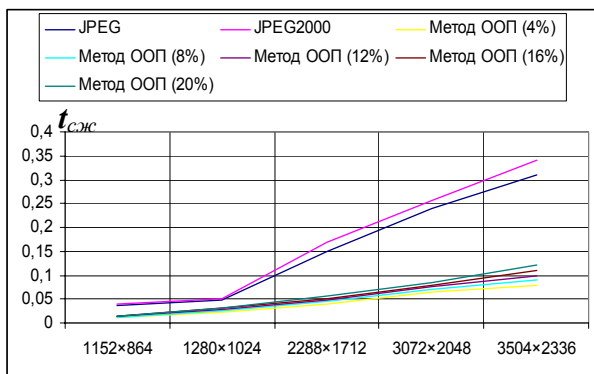


Рис. 3. Залежність часу виконання стиску зображень різної розмірності для методу на основі ООП і стандартів стиску

Аналіз результатів розрахунку дозволив зробити ряд висновків

– час виконання стиску зображень методом на

основі об'єктно-орієнтованого підходу в 3-чі менше ніж час стиску зображень стандартами стиску;

– відсоток змісту об'єктів, що виділяються, на зображенні моніторингу землі на час виконання стиску впливає не значно (максимально час стиску збільшується на 15%);

– час відновлення зображень методом на основі ООП внаслідок того, що час стиску зображень методом на основі ДПХ  $t_{сжДПХ}$  збігається з часом відновлення зображень методом на основі ДПХ  $t_{вДПХ}$  [4], а час стиску зображень об'єктів  $t_{ст\_об}$  збігається з часом відновлення зображень  $t_{в\_об}$  [4], володіє ще меншими показниками в порівнянні з часом відновлення зображень стандартами стиску.

*Порівняльна оцінка якості відновлення зображень.* Для порівняльної оцінки якості відновлення зображень методом на основі ООП проведемо експеримент за розрахунком суб'єктивного показника якості – середньоквадратичного відхилення (СКВ) різниці відліків початкового і відновленого зображення.

При цьому, як показав аналіз результатів експерименту, описаного в [6]: перетворення Хартлі, яке лежить в основі пропонованого методу, забезпечує значення СКВ в діапазоні значень порівнюваних ортогональних перетворень, але поступається ДКП, яке лежить в основі стандартів JPEG і JPEG2000. Проте пропонований метод забезпечує стиск об'єктів, що виділяються, без спотворень, відповідно володіє меншими показниками СКВ.

На рис. 4 представлені середні значення СКВ відновлення зображень, стислих пропонованим методом і стандартами стиску.

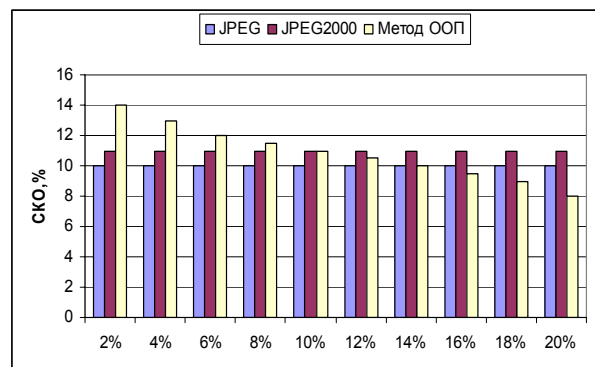


Рис. 4. Середньоквадратичне відхилення при обробці зображень для методу на основі ООП і стандартів стиску

Аналіз результатів експерименту дозволив зробити ряд висновків:

– СКВ відновлення зображень методом на основі ООП лежить в діапазоні значень СКВ, забезпечуване стандартами стиску;

– СКВ відновлення зображень, забезпечуване пропонованим методом із зростанням відсотка змісту об'єктів, що виділяються, зменшується.

## Висновок

Отже, якість відновлення зображення та ефективність, що забезпечується розробленим методом, при однакових початкових параметрах не поступається та перевищує значення відносно відомих стандартів стиску зображень.

## Список літератури

1. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'яковский, В.Б. Голубко: Монографія. – К.: НАОУ, 2002. – 202 с.
2. Абламейко С.В., Лагуновский Д.В. *Обработка изображений: технология, методы, применение.* – М.: Амадфея, 2000. – 304 с.
3. Колмиков М.М. *Алгоритм компактного представления статичных изображений // СОІ.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 2. – С. 35-38.
4. Рубан И.В. *Методология объектно-ориентированного подхода к сжатию изображений // Системы управления, навигации та зв'язку.* – Х.: ХУ ПС, 2007. – Вып. 3. – С. 45-47.

5. Рубан И.В., Колмыков М.Н., Дуденко С.В. *Исследование статистических свойств трансформант дискретного преобразования Хартли // Системы обработки информации.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 4. – С. 175-181.

6. Рубан И.В., Колмыков М.Н., Дуденко С.В. *Сравнительная оценка эффективности сжатия и восстановления статических изображений на основе дискретного преобразования Хартли // Збірник наукових праць ХУ ПС.* – Х.: ХУПС. – 2007. – Вып. 3(15). – С. 86-89.

7. Рубан И.В., Колмыков М.Н., Новиков В.И. *Оценка качества обработки изображений на основе преобразования Хартли // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи.* – Х.: НАУ «ХАІ». – 2003. – Вып. 4. – С. 135-138.

Надійшла до редколегії 17.09.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. І.Д. Горбенко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.