

В.В. Гнатушенко, О.О. Кавац, Ю.В. Кавац

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИДУ СТРУКТУРНОГО  
ЕЛЕМЕНТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗПІЗНАВАННЯ  
ОБ'ЄКТІВ ЗАБУДОВИ НА АЕРОКОСМІЧНИХ  
ЗОБРАЖЕННЯХ**

*Анотація. В роботі проведено порівняльний аналіз ефективності застосування різних видів структурного елемента при розпізнаванні будівель на багатоканальних аерокосмічних зображеннях високої просторової здатності на основі морфологічних індексів. Результати досліджень свідчать про те, що застосування структурного елемента LINE надає найкращий результат, ефективно визначаючи границі та контури будівель складної форми.*

*Ключові слова: багатоканальне зображення, просторова здатність, розпізнавання, морфологічний індекс, структурний елемент.*

**Постановка проблеми**

Останні десятиліття позначилися стрімким розвитком нових технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Важливою сферою застосування даних ДЗЗ є формування і використання геоінформаційної продукції. Космічна діяльність в області ДЗЗ сприйнятлива до інновацій, вимагає впровадження високих наукоємних технологій та використання найсучасніших наукових досягнень. Аерокосмічні зображення є джерелом отримання різноманітної інформації та широко використовуються у різних сферах людства. За такими даними можна проводити оперативний моніторинг будівництва та реконструкції об'єктів; планування і контроль розвитку інфраструктури; моніторинг транспортної мережі міста та вирішувати багато інших задач. Особливе місце серед існуючих задач займає change detection. Цей клас задач потребує оперативного визначення змін на різночасових сценах. Через надвеликий обсяг аерокосмічних даних, автоматизація цього процесу набуває актуальності.

### **Аналіз останніх досліджень**

Більшість пропонованих рішень засновані на геометричних і яскравісних перетвореннях цифрових знімків, до яких відносяться методи побудови контурів зображення, градієнтні методи і методи кластеризації, що застосовуються для сегментації супутникових зображень на тематичні однорідні області, які характеризуються недостатньою точністю і високими затратами часу на обробку багатоканальних даних. В роботах [1-4] запропоновано підхід до розпізнавання будівель на багатоканальних фотограмметричних зображеннях високої просторової здатності на основі морфологічних індексів. В рамках зазначеного підходу на етапі визначення морфологічного індексу вкрай важливим є вибір оптимального виду структурного елемента. Але питання відповідного вибору і впливу виду структурного елемента на якість подальшого розпізнавання об'єктів забудови на даний час не вирішено.

### **Формулювання цілей статті**

Виникає необхідність у дослідженні впливу виду структурного елемента на точність розпізнавання будівель на багатоканальних аерокосмічних зображеннях високої просторової здатності. Необхідно визначити, використання якого структурного елемента буде забезпечувати кращі результати розпізнавання об'єктів забудови.

### **Основна частина**

Інформаційна технологія, запропонована авторами в роботі [3], базується на використанні чотирьох основних чинників: яскравість каналу, локальний контраст, розмір, геометрична форма. Загальна схема алгоритму розпізнавання об'єктів забудови наведено на рисунку 1. Для програмної реалізації запропонованої інформаційної технології було прийнято рішення про використання мови C++ з бібліотекою OpenCV версії 3.1.0. Тестування алгоритму проводилося на багатоканальному супутниковому зображенні WorldView-3. (просторовою роздільною здатністю 0,4 м).

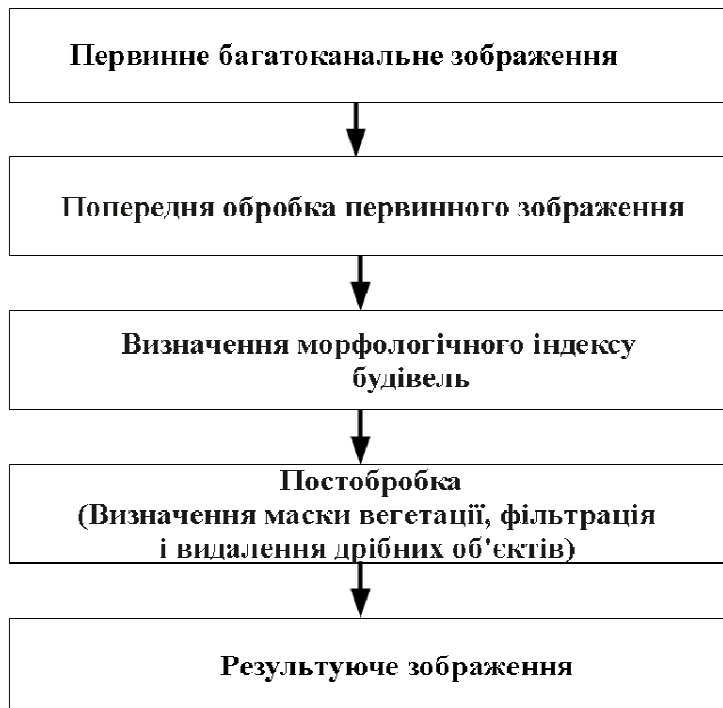


Рисунок 1 - Загальна схема інформаційної технології

Основними етапами інформаційної технології розпізнавання будівель є:

1. Етап попередньої обробки первинного багатоспектрального супутникового зображення — передбачає використання операцій підвищення інформативності та нормалізації.

2. Етап визначення морфологічного індексу будівель — заснований на обчисленні диференціальних морфологічних профілів (МВІ) дахів будівель і споруд, для обчислення яких виконується ряд морфологічних і арифметичних операцій.

Будівлі та споруди в більшості випадків мають великі значення МВІ і певну геометричну форму. В основному наявність даних властивостей обумовлено локальним контрастом і ізотропністю будівель (схожість, подібність). З цього випливає, що структури з великими значеннями індексу МВІ з великою ймовірністю будуть будівлями.

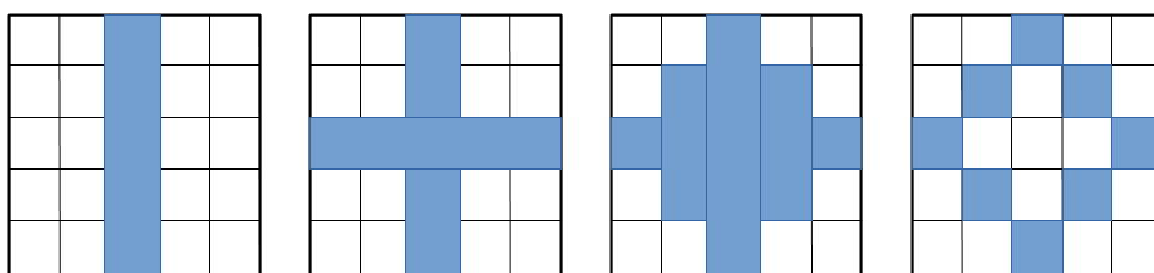
3. Етап постобробки — включає в себе віднімання з отриманого результату маски вегетації, фільтрацію і видалення дрібних об'єктів з результуючого зображення.

Для визначення впливу виду структурного елемента на точність розпізнавання будівель на багатоканальних аерокосмічних зо-

браженнях високої просторової здатності у роботі проводилися дослідження за основними формами структурних елементів (рисунок 2):

- LINE – лінія заданого розміру;
- CROSS – дві перпендикулярно пересічні заданого розміру;
- DISK - диск заданого розміру;
- RING - кільце заданого розміру.

На рисунку 3 наведено первинне багатоканальне зображення та результат роботи інформаційної технології розпізнавання будівель на багатоканальних фотограмметричних зображеннях з використанням різних структурних елементів.



а) LINE

б) CROSS

в) DISK

г) RING

Рисунок 2 - Основні форми структурних елементів

У таблиці 1 наведено значення похибки розпізнавання будівель та споруд на багатоканальних фотограмметричних зображеннях відносно еталонної маски первинного зображення.

Таблиця 1

Значення похибки розпізнавання будівель та споруд на багатоканальних фотограмметричних зображеннях

№	Структурний елемент	Похибка розпізнавання, %
1.	CROSS	34
2.	DISK	35
3.	RING	35
4.	LINE	32

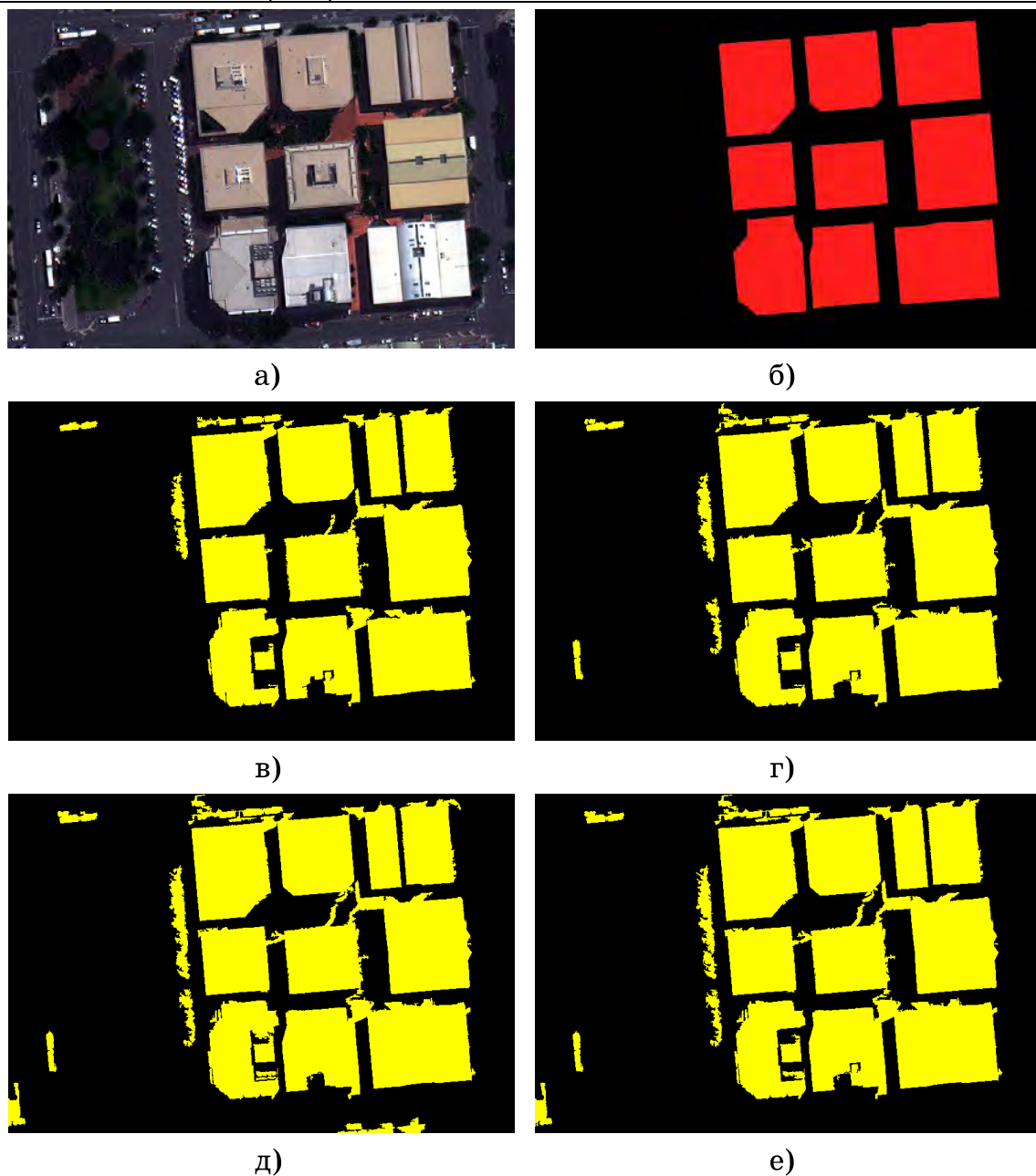


Рисунок 3 - Первинне зображення та результати роботи інформаційної технології:

а) первинне зображення; б) еталонна маска; в) маска, отримана при використанні структурного елемента LINE; г) маска, отримана при використанні структурного елемента CROSS; д) маска, отримана при використанні структурного елемента DISK; е) маска, отримана при використанні структурного елемента RING

### Висновки

В роботі проведено порівняльний аналіз ефективності застосування різних видів структурного елементу при розпізнаванні будівель на багатоканальних аерокосмічних зображеннях високої просторової здатності на основі морфологічних індексів. Результати досліджень свідчать про те, що застосування структурного елементу LINE надає найкращий результат, ефективно визначаючи границі та контури будівель складної форми. Запропонована інформаційна технологія продемонструвала високі результати розпізнавання будівель на тестовому зображенні, про що свідчить отримана точність понад 68%.

### ЛІТЕРАТУРА

1. P. Soille, *Morphological Image Analysis: Principle and Applications*, 2nd ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2003.
2. Huang X. Building Change Detection From Multitemporal High-Resolution Remotely Sensed Images Based on a Morphological Building /Xin Huang, Liangpei Zhang, Tingting Zhu// *IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*. No 7(1):105-115. - January 2014. DOI: 10.1109/JSTARS.2013.2252423.
3. Гнатушенко В.В. Інформаційна технологія розпізнавання будівель на багатоканальних фотограмметричних зображеннях високої просторової здатності на основі морфологічних індексів /В.В. Гнатушенко, О.О. Кавац, Ю.В. Кавац, Е.Б. Гальченко // *Вісник ХНТУ*. – Херсон, 2016. – № 3 (58). – С. 195-198.
4. Huang X. Morphological building/shadow index for building extraction from high-resolution imagery over urban areas /X. Huang, L. Zhang// *IEEE J. Sel. Topics Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, - Feb. 2012, - Vol. 5, No. 1, P. 161–172.