

*М.В. Маляр, к.т.н., доцент, НУЦЗУ*

## **МОНІТОРИНГ ЗМІН ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

(представлено д-ром техн. наук Чубом І.А.)

Запропоновано метод моніторингу змін природних територій на основі аналізу знімків, отриманих при повітряній зйомці. Запропонований метод використовує різницю між значеннями фрактальної розмірності знімків та виявляє факт зміни природного середовища по просторовим характеристикам знімків.

**Ключові слова:** повітряна зйомка, спектр, фрактальна розмірність, цифрова карта, моніторинг територій.

**Постановка проблеми.** Завдання моніторингу природних територій може бути представлено як визначення змін у навколишньому середовищі, класифікації змін та з'ясування масштабів змін на території, що контролюється. Якщо територія, що підлягає моніторингу є протяжною, малозаселеною й періодично або постійно піддається антропогенному або техногенному впливу, то рішення завдання моніторингу стає досить трудо-, часо- і ресурсномістким. Це веде до значного збільшення вартості процесу моніторингу традиційними засобами, але в той же час не забезпечує його ефективності.

Недолік фінансування міністерств і відомств, на які покладене завдання охорони навколишнього середовища або окремих її компонентів спричиняє відсутність регулярних обстежень території, наслідком чого є несвоєчасне виявлення порушень.

Позначений вище комплекс проблем має загальну основу, пов'язану з відсутністю достатньої кількості інформації про стан і зміну навколишнього середовища. Методи цифрового картографування на основі даних повітряної зйомки, що інтенсивно розвиваються останнім часом, можуть надати значну допомогу в рішенні даної проблеми.

Необхідно зазначити, що ці методи повинні забезпечити створення універсальних картографічних матеріалів, що містять інформацію про локалізацію змін на місцевості різного характеру, а головним завданням буде інформація котра носить «сигнальний» характер, тобто відбивати тільки локалізацію зміни й указувати деякий узагальнений його тип.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У даний момент досить добре розвинені теоретичні методи картографування по одиночних знімках – створення цифрових карт, що відбивають поточний стан території або окремих компонентів навколишнього середовища. Біль-

шість наявних робіт в даний момент носить узагальнений теоретичний характер [1-4] та зовсім не приділяється й не приділялося належної уваги розробці легко практично реалізованих «дешевих» методик. Також недоліком робіт є їхня орієнтація на космічні фотознімки [5], що ускладнює оперативне створення цифрових карт.

Багато робіт спрямовані на дешифрування негативних процесів (підтоплень, розмивів, зсувів і т.п.) по прямих дешифрувальним ознакам на аерофотознімках [6], що обмежує їх застосування для організації моніторингу більших територій, за умови що місця локалізації змін заздалегідь невідомі.

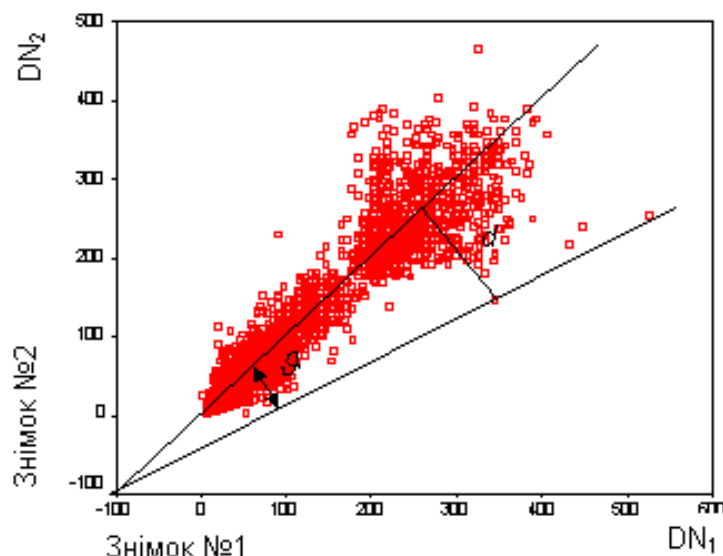
Метод, що в якійсь частині, задовольняє зазначеним вимогам приведено в [7]. При цьому пропонується вирішити проблему формування карт динаміки природного середовища за допомогою створення «різницевих» або «різночасних» зображень, що представляють собою «різницю» між двома знімками, отриманими у результаті повітряної зйомки та представленими в цифровому форматі. Необхідно знайти такий метод «пошуку» відмінностей між знімками або попарно між відповідними каналами знімків, щоб ділянки території, що не змінювали із часом своїх відбивних спектральних характеристик, мали як можна більше значний контраст у порівнянні з ділянками, які змінювали свої характеристики.

У силу того, що календарні дати й сезонні зміни рослинності часто не збігаються, метеорологічні умови досить мінливі можливість виділяти (класифікувати) пікселі по «двійковому» критерію на зразок «змінений» - «не змінений» представляється досить проблематичним.

**Постановка завдання та його вирішення.** Таким чином, метою публікації повинне бути не створення методу, що дозволяє однозначно встановити наявність або відсутність змін, а методу, що дозволяє встановити ймовірність того, що ця або інша ділянка території (піксель знімка) піддалася змінам природного або техногенного характеру.

В [7] запропоновано побудувати різницеву діаграму двох знімків, що отримані різною апаратурою та у різний час. Пікселі, які відображають ділянки території, що не зазнали змін, будуть тяжіти до деякої «центральної лінії», яка йде приблизно по діагоналі діаграми (рис.1). Пікселі, що відповідають значно зміненим ділянкам території й, отже мають яскравість, що значно відрізняється на кожному знімку, будуть розташовуватися на деякому віддаленні від «центральної лінії». Ця відстань буде тим більшим, ніж більше змінився коефіцієнт відбиття ділянки території. Таким чином, відстань  $d$  або кут  $\vartheta$ , показані на рис. 1, можуть бути «мірою» ступеня або ймовірності змін.

За допомогою засобів обчислення статистики, які є в будь-якому програмному продукті, призначеному для аналізу зображень, обчислюються середні значення величин усіх пікселів у кожному з знімків –  $S_1$  і  $S_2$ .



**Рис. 1. Різницева діаграма двох знімків**

На підставі рівняння прямої й відстані від крапки до прямої, беручи до уваги, що відстань  $d'$  «умовна» і нормуванням рівняння можна зневажити, в [7] запропонована наступна формула:

$$d' = S_1 DN_1 - S_2 DN_2, \quad (1)$$

де  $DN_1$  та  $DN_2$  – значення пікселів у відповідних знімках.

На думку автора, недоліком даного методу є орієнтація на значення величин пікселів  $S_1$  і  $S_2$ , тобто на енергетичні характеристики знімків. Зміна просторових характеристик в цьому методі практично не врахована. Оскільки значення пікселів та їх розподіл між знімками, як правило, хаотичний, представляється доцільним стежити не за кожним пікселем окремо, а розглядати відразу всю сукупність пікселів, які в заданий момент часу займають певне положення, формуючи знімок. Виходячи з цього пропонується доповнити запропонований метод врахуванням значення відстані для просторових характеристик [8].

Для цього зображення знімку розбивається на квадратні клітки деякого розміру  $\varepsilon$ . Потім підраховується кількість кліток  $N(\varepsilon)$ , необхідних для покриття зображення. Значення  $D'$  буде обумовлене виразом:

$$D' = -\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(1/\varepsilon)}. \quad (2)$$

Завдяки тому, що на практиці важко реалізувати виконання умови  $\varepsilon \rightarrow 0$ , то при реалізації алгоритму розрахунку співвідношення (2) представляють у вигляді:

$$\ln N(\varepsilon) = \ln C - D' \ln \varepsilon, \quad (3)$$

де  $C$  – константа. З (3) легко бачити, що графік залежності  $\ln N(\varepsilon)$  від  $\ln \varepsilon$  — це пряма, з кутовим коефіцієнтом  $D'$ . Для визначення невідомих параметрів  $C$  й  $D'$  необхідно знайти значення  $N(\varepsilon)$  як мінімум для двох значень  $\varepsilon$ . Таким чином, якщо використати клітки тільки двох розмірів –  $\varepsilon_1$  і  $\varepsilon_2$ , то невідомі  $C$  й  $D'$  можна визначити із системи рівнянь:

$$\begin{cases} \ln N(\varepsilon_1) = \ln C - D' \ln \varepsilon_1; \\ \ln N(\varepsilon_2) = \ln C - D' \ln \varepsilon_2. \end{cases} \quad (4)$$

Метод визначення  $d'$  та  $D'$  не вимагає якого-небудь втручання оператора й, тому, на його основі може бути реалізована повністю автоматична процедура виконання обчислень.

Для створення різницевого зображення досить тільки визначити кілька еталонних ділянок на вихідних знімках, які, як передбачається, не піддавалися змінам, та обчислити  $D'$  для еталонного знімка. Для створення карти динаміки природного середовища, можливо переведення паперових карт у цифровий формат, а потім проведення аналізу з знімками, що отримуються засобами ГІС.

**Висновки.** Розглянути вище методи створення карт динаміки природного середовища прості в застосуванні й можуть бути легко використані в повністю автоматизованих системах, що працюють без участі людини. Це дозволить, за умови рішення проблеми доступності матеріалів повітряної зйомки в цифровій формі, досить скромними засобами організувати діючу систему моніторингу змін території в інтересах населення, органів державної влади, промислових підприємств і інших суб'єктів господарської діяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Григорьев А.А. Антропогенные воздействия на окружающую среду по наблюдениям из космоса / Григорьев А.А. – Наука, Ленинградское отд-ние, 1985. – 236 с.
2. Виноградов В.Б. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Виноградов В.Б. – Наука, 1984. – 318 с.
3. Гиряев М.Д. Досвід і перспективи застосування аерокосмічної інформації в лісовому господарстві / Гиряев М.Д. – Лісогосподарська інформація. – ВНИЦлесресурс. – №3-4. – 1999. – С. 48-56.
4. Балдіна Е.А. Геоинформационное картографирование динамики дельтовой растительности на основе аэрокосмических снимков /

Балдіна Е.А., Лабутіна І.А. – ИГ РАН (Картография на рубеже тысячелетия), 1997. – 275 с.

5. Артамонов С.И. Аэрокосмический метод обследования поврежденных промышленными выбросами лесов / Артамонов С.И., Малишева Н.В. // Лесохозяйственная информация. – №9-10. – 1999. – С. 59-64.

6. Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем / Ревзон А.Л. – Надра, 1992. – 223 с.

7. Методы создания цифровых карт динамики природной среды на основе данных космической съемки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agiks.ru/data/articles/ddzsite/book/article1.htm>.

8. Маляров М.В. Алгоритм пошуку малорозмірних об'єктів на морський поверхні з використанням її фрактальних властивостей / Маляров М.В., Щербак Г.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. – Харків: УЦЗУ. – Вип. 8. – 2008. – С. 124-130. – Режим доступу: <http://edu-mns.org.ua/nmc/109/pns08.pdf>.

М.В. Маляров

**Мониторинг изменений природных территорий на основе использования данных воздушной съемки**

Предложен метод мониторинга изменений природных территорий на основе анализа снимков, полученных при воздушной съемке. Предложенный метод использует разницу между значениями фрактальной размерности снимков и выявляет факт изменения природной среды по пространственным характеристикам снимков.

**Ключевые слова:** воздушная съемка, спектр, фрактальная размерность, цифровая карта, мониторинг территорий.

M.V. Malyarov

**Monitoring changes in natural areas based on the use aerial survey data**

Method is proposed for monitoring changes in natural areas on the basis of the analysis of images obtained by aerial photography. The proposed method uses the difference between the values of the fractal dimension of images and reveals the fact that environmental changes in the spatial characteristics of the pictures.

**Keywords:** aerial photography, spectrum, fractal dimension, digital map, monitoring areas.