

УДК 528.8

## ДЕШИФРУВАННЯ І КАРТОГРАФУВАННЯ ПО КОСМІЧНИМ ЗНІМКАХ ЗЕМЕЛЬ С/Г ПРИЗНАЧЕННЯ

*Шумейко В. О.*

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ,  
Україна  
E-mail: shyum1983@mail.ru*

Визначено основні дешифрувальні ознаки земель сільськогосподарського (с/г) призначення. Проаналізовано існуючі методи дешифрування земель с/г призначення та вибрано найкращий. Визначено основні етапи при їх картографуванні і переваги створення бази геоданих (БГД).

**Ключові слова:** дешифрування, картографування, дані ДЗЗ, землі с/г призначення, база геоданих, класифікація.

### ВСТУП

Всі об'єкти, які знаходяться на поверхні землі мають певні властивості, за якими вони можуть бути ідентифіковані (дешифрування космічних знімків) та інтерпретовані (картографування з доповненням описовою інформацією). Отже для ідентифікації на космічних знімках земель с/г призначення необхідно визначити їх дешифрувальні ознаки.

### ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

#### 1. ДЕШИФРУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ С/Г ПРИЗНАЧЕННЯ

Основну частину земель с/г призначення становлять сільськогосподарські угіддя:

- рілля;
- багаторічні насадження;
- сіножаті; пасовища;
- перелоги.

Для дешифрування і картографування на космічних знімках земель с/г призначення спочатку необхідно провести їх класифікацію та визначити основні дешифрувальні ознаки.

Дешифрувальні ознаки - це характерні особливості об'єктів, за якими їх вдається розпізнати, виділити серед інших і інтерпретувати. Їх поділяють на прямі і непрямі.

Властивості об'єктів, що знаходять безпосереднє відображення на знімках, прийнято називати прямими дешифрувальними ознаками. До них відносяться три групи ознак:

- геометричні (форма, тінь, розмір),
- яскравості (фототон, рівень яскравості, колір, спектральний образ),

- структурні (текстура, структура, малюнок зображення).

Прямі дешифрувальні ознаки дозволяють розпізнати об'єкти, які зображені на знімку, проте за ними не завжди вдається визначити їх властивості, тобто інтерпретувати їх, а також картографувати об'єкти, які не відобразилися на знімках, вивчати процеси та явища. Для цього використовуються непрямі дешифрувальні ознаки, методологічною основою застосування яких служить наявність взаємозв'язків і взаємозумовленості всіх природних і антропогенних властивостей території. В якості непрямих ознак зазвичай виступають прямі дешифрувальні ознаки інших об'єктів - індикаторів. Серед них виділяють:

- індикатори об'єктів, які не відобразилися на знімках;
- індикатори властивостей об'єктів;
- індикатори руху або змін [1].

Для дешифрування земель с/г призначення застосовуються наступні прямі ознаки:

- *Розмір та форма об'єкту на знімку* (один із найважливіших об'єктів даного виду дешифрування – межі земель с/г призначення, які відрізняються високим контрастом).

- *Тон зображення об'єктів* (залежить не тільки від властивостей самого об'єкту, але й від його освітленості, пори року і умов фотографічної обробки). На чорно-білих знімках тон зображення визначається їх відбивною здатністю, яка залежить від мінералогічного, органічного складу ґрунтів та рослинності, яка проростає на них. Гумусові речовини і окиси заліза зменшують загальну яскравість ґрунтів, а карбонати і хлориди підвищують її. Саме тому чорноземи, які відрізняються великим вмістом гумусу, відображаються на знімках темними тонами. Тон земель с/г призначення також може змінюватися від виду с/г культури, яка проростає на них та її фази розвитку.

- *Колір об'єктів* (зображення об'єктів у природних або штучних кольорах дає більш широкі можливості для дешифрування, ніж чорно-біле зображення).

Зображення земель с/г призначення має різко виражений геометричний вигляд контурів, різнотонність та часто специфічний смугасто-лінійний рисунок, який відображає наслідки обробки ґрунтів чи посадки рослин (рис. 1).



Рис. 1. Приклади земель с/г призначення на космічних знімках.

Непрямі ознаки (індикатори) характеризують об'єкт дешифрування через який-небудь компонент природного комплексу чи певні поєднання. Серед не прямих ознак велике значення мають геоморфологічні, до яких відносять типи, форма і частини форм рельєфу, а також різні морфологічні і морфометричні характеристики. Геоморфологічні індикатори дозволяють судити про будову і склад відкладень, властивостях порід, глибині залягання ґрунтових вод, прояву сучасних геологічних процесів і мають велике значення для дешифрування проявів різних геологічних процесів: карсту, зсувів, заболочування.

Друге місце належить рослинності, яка тісно пов'язана, з одної сторони з кліматом, а з другої сторони, з ґрунтами.

Після визначення об'єктів дешифрування та їх ознак, необхідно розглянути основні методи дешифрування та картографування земель с/г призначення за даними ДЗЗ та вибрати оптимальний.

Процес виявлення і розпізнавання виявлених об'єктів називається дешифруванням зображень. Будь-яке географічне дешифрування знімків - топографічне або тематичне - включає в себе операції розпізнавання об'єктів і фіксації на знімках їх положення або меж поширення.

Основні методи дешифрування даних ДЗЗ представлені на рис. 2.



Рис. 2. Методи дешифрування даних ДЗЗ.

1. **Візуальні методи** застосовуються при ручному аналізі знімків. Основним інструментом проведення візуального дешифрування являються знання та інтуїція дешифрувальника, спроможність знаходити схожість чи відмінність між даним образом і образами, які зберігаються в пам'яті більш чи менш частіше, що зустрічалися в минулому досвіді.

2. **Машинно-візуальний.** В даному методі, знімки, які підлягають дешифруванню, попередньо піддаються машинній обробці з ціллю їх візуального аналізу.

3. Для здійснення **автоматизованого дешифрування** необхідне створення тематичних класифікаторів. Процедура навчання класифікаторів має на увазі одночасне створення бази знань і бази даних. Класифікатор може бути навчений виходячи з апріорно відомих значень, які відповідають певному типу с/г земель чи створення навчаємих вибірок безпосередньо на знімку.

4. **Автоматичний.** Всі автоматичні пристрої для розпізнавання зображення при перегляді всього знімку можливо розділити на дві групи: пристрої, які розпізнають зображення за певними заздалегідь підібраними ознаками (працюють за жорсткою програмою), і пристрої, які самі виробляють оптимальні ознаки і використовують їх для розпізнавання зображень.

Так як оптичні властивості ландшафту постійно змінюються, створення універсального каталогу дешифрувальних ознак для автоматизованого дешифрування представляється не підйомною задачею. При візуальному дешифруванні такими каталогами служать таблиці дешифрувальних ознак (при використанні прямих ознак) і ландшафтні-індикаційні таблиці (при використанні не прямих ознак) [3].

Найбільш поширеним видом дешифрування являється класифікація. Класифікація - це комп'ютерне дешифрування знімків чи процес автоматизованого поділу всіх пікселів знімка на групи (класи), які відповідають різним об'єктам.

Автоматичною класифікацією називають процес розбиття пікселів неперервного растрового зображення на категорії на основі їх спектральних значень, в результаті чого кожному пікселю присвоюється нове значення.

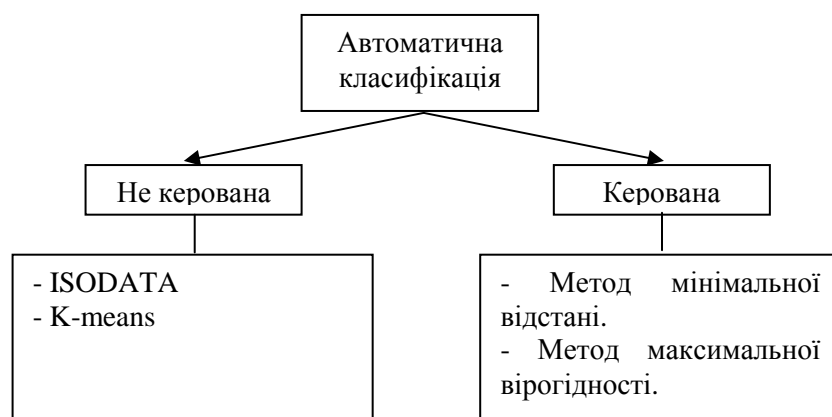


Рис. 3. Основні методи автоматичної класифікації.

На даний час існують два підходи у реалізації автоматичної класифікації: керована класифікація (класифікація „з навчанням”) та некерована (класифікація „без навчання”, кластеризація). На основі цих підходів створено багато методів, основні з яких показані на рис. 3.

Класифікація за методом мінімальної відстані полягає в розрахунку евклідової відстані значень відбиття пікселя до середнього спектрального значення кожного сигнатури. Піксель призначається до класу, відстань до котрого є найменшою.

Класифікація за методом максимальної вірогідності (рис. 4) вважається однією з оптимальних, оскільки базується на ймовірнісних принципах. Дисперсія значень відбиття в еталонному полігоні описується функцією ймовірності щільності, яка базується на статистиці Байеса. [2]

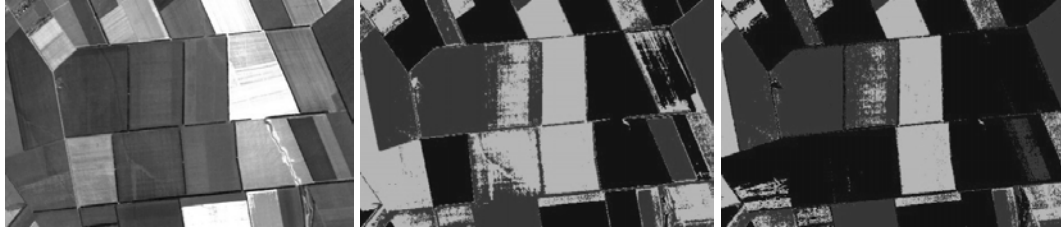


Рис. 4. Приклад керованої автоматичної класифікації (з ліва на право – космічний знімок, методом мінімальної відстані, методом максимальної вірогідності).

Алгоритми не керованої класифікації (рис. 5) (їх часто називають алгоритмами кластеризації) застосовують за відсутності апріорної інформації про об'єкт зйомки.

Кластерний аналіз дозволяє виділяти контури з неконтрастною по спектральній яскравості структурою, наприклад рослинність, відкриті ґрунти, воду, хмари та інші об'єкти. З використанням алгоритмів кластеризації виконується автоматичне розділення зображення на групи пікселів, подібних за спектральним характеристикам (кластери). Ці алгоритми потребують мінімум початкової інформації (число класів, кількість ітерацій). [4]

Метод K-means є подібним до методу ISODATA. Головна відмінність алгоритмів ISODATA і K-means полягає в тому, що на стадії ініціалізації алгоритму ISODATA відбувається розподіл пікселів, тоді як для алгоритму K-means відбувається розподіл значень математичних очікувань.

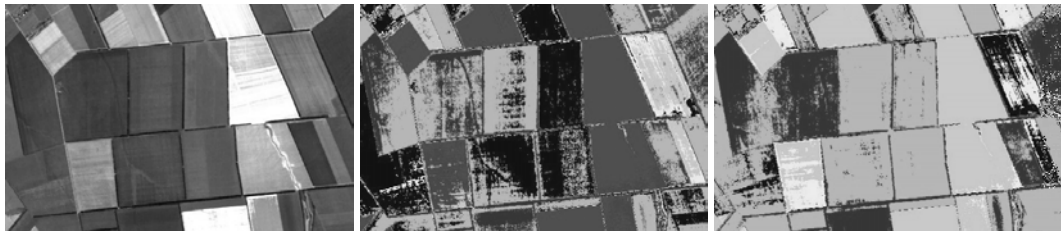


Рис. 5. Приклад не керованої автоматичної класифікації (з ліва на право – космічний знімок, методом ISODATA, методом K-means).

Після порівняння існуючих методів для виділення та класифікації земель с/г призначення найбільш підходить - класифікація за методом максимальної вірогідності.

## 2. КАРТОГРАФУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ С/Г ПРИЗНАЧЕННЯ

Наступним етапом автоматизованої обробки є картографування земель – створення цифрових карт (векторизація з внесенням атрибутивної (описової) інформації).

Космічні знімки представляють цінний матеріал для створення карт с/г земель та їх класифікації. Дані ДЗЗ дають об'єктивну характеристику природних особливостей території, яка досліджується, забезпечують високу точність і детальність зображення ґрунтового покриву.

Створення карт земель с/г призначення за даними ДЗЗ відбувається в три етапи (рис. 6).

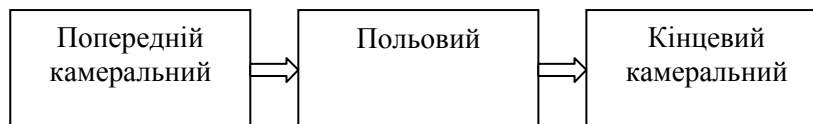


Рис. 6. Алгоритм картографування земель с/г призначення.

На попередньому камеральному етапі виконується дешифрування знімків – попереднє діагностичне визначення земель с/г призначення та їх класифікація, яке потім вибірково перевіряється в полі. Результати контурного дешифрування і попередньої прогностичної класифікації по знімках переносяться на топографічну основу чи фотоплан. В результаті цього етапу створюється карта попереднього дешифрування, яка використовується для складання плану польового дослідження – визначення найбільш раціональних маршрутів місць вибору “дешифрувальних ключів”.

На етапі польових робіт на ключових ділянках прогностично визначені ґрунти і типові структури ґрунтового покриву, визначаються ґрунтовими розрізами. Після закладання ключів виконується картографування маршрутним методом. Маршрутно-ключовий метод ґрунтується на знанні дешифрувальних ознак, що дозволяє успішно дешифрувати ґрунтовий покрив між маршрутами, використовуючи принцип географічних аналогій. Результатом польових робіт являється польовий оригінал ґрунтової карти з легендою і зразками дешифрування.

## 3. СТВОРЕННЯ БГД ЗЕМЕЛЬ С/Г ПРИЗНАЧЕННЯ

В після польовий камеральний період матеріали ґрунтового знімання і результати ґрунтового дешифрування оформляються в кінцевому вигляді – створюється БГД земель с/г призначення (рис. 7). Після аналітичної обробки ґрунтових зразків БГД доповнюється новою інформацією.

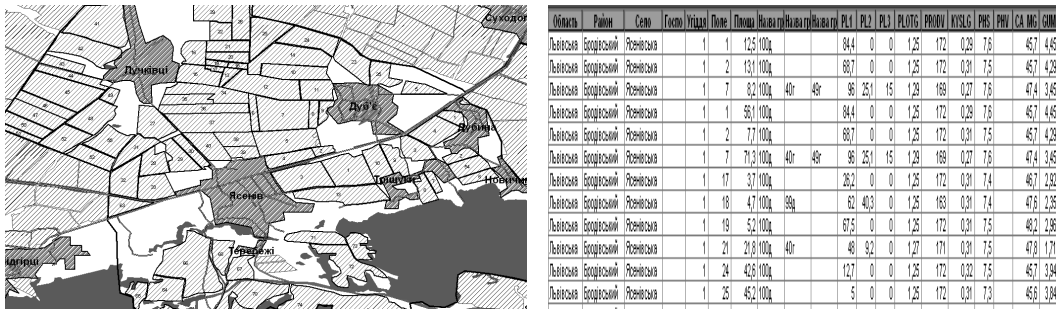


Рис. 7. Приклад БГД земель с/г призначення.

**БГД земель с/г призначення дозволить:**

1. Забезпечити уніфіковане сховище даних. Дані можуть зберігатися на сервері, що дозволяє всім користувачам звертатися до них (пріоритети доступу може задати адміністратор), а також локально на вашому комп'ютері. При цьому, локальна БГД збереже всю структуру даних і успадкує правила і властивості всіх об'єктів, задані в БГД на сервері.

2. Організувати процес редагування і введення нової інформації. При моделюванні БГД користувач може ввести правила, які в подальшому дозволять уникнути багатьох помилок і неточностей, а спеціальні інструменти перевірки коректності введення даних дозволять виявити помилки, допущені раніше.

3. Забезпечити роботу з інтелектуальними об'єктами. Користувач працює не просто із звичайними точками, лініями і полігонами, інформація про яких зберігається в таблицях. У БГД користувач може оперувати такими поняттями, як об'єкти реального світу, встановлювати і налаштовувати властивості і взаємини об'єктів.

4. Визначення через топологічні зв'язки не тільки властивостей об'єктів, але їх взаємозв'язок між собою. Зв'язки об'єктів, як звичайні так і просторові, дозволяють вам, наприклад, дізнатися, що станеться з просторовими об'єктами, якщо перемістити пов'язаний з ними просторовий об'єкт, і як зміниться зміст об'єкта (атрибутивна інформація), якщо змінити характеристики пов'язаного з ним іншого об'єкта.

5. Зберігати дуже великі об'єми даних. Наприклад листи картосхем можливо зберігати не поаркушно, як у випадку моделі даних покриттів, де раціонально кожен аркуш картосхеми записувати в окреме покриття, а у вигляді загального тематичного шару, зшитого з багатьох аркушів.

6. Забезпечити не тільки швидкий доступ і ефективну роботу, а й збереження з її допомогою даних. Можливо також задавати правила і відносини всередині сховища і отримати ряд інших корисних можливостей, що дозволяють більш продуктивно взаємодіяти з даними і представити інформацію як об'єкти реального світу [6].

## ВИСНОВКИ

Методи ДЗЗ із космосу не можуть цілком замінити контактні методи спостережень навколишнього середовища. Найбільш ефективно їх комплексне використання, при якому результати вимірів контактними методами використовуються для оцінок точності вимірів дистанційними та наповнення БГД додатковою інформацією.

## Список літератури

1. Виноградов Б.В. Космические методы землеведения. / Б.В. Виноградов, К.Я. Кондратьев – Л.: Гидрометеиздат, 1971 – 190 с.
2. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли. / С.В. Гарбук, В.Е. Гершензон – М.: Изд. А и Б, 1997. – 296 с.
3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований. / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина – М.: Академия, 2004. – 336 с.
4. Кондратьев К.Я. Спектральная отражательная способность и распознавание растительности. / К.Я. Кондратьев, П.П. Федченко – Л. Гидрометеиздат, 1982. – 216 с.

**Шумейко В.О. Дешифрирование и картографирование по космическим снимкам земель с/х назначения / Шумейко В.О. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1–С. 187-195.**

Определены основные дешифровочные признаки земель сельскохозяйственного (с/х) назначения. Проанализированы существующие методы дешифрирования земель с/х назначения и выбран самый оптимальный. Определены основные этапы при их картографировании и преимущества создания базы геоданных (БГД).

**Ключевые слова:** дешифровка, картографирование, данные ДЗЗ, земли с/х назначения, база геоданных, классификация.

## INTERPRETATION AND MAPPING BY SATELLITE IMAGES AGRICULTURAL LAND

*Shumeyko V. O.*

*Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine  
E-mail: shym1983@mail.ru*

All items that are on the ground have certain properties by which they can be identified (interpretation of satellite images) and interpreted (mapping with the addition of descriptive information). So for the identification of satellite images of agricultural land was identified descramble their signs.

To decrypt the agricultural land, the following direct signs:

- The size and shape of the object in the picture (one of the most important objects of this type decoding - the boundaries of agricultural land which are of high contrast).

- Tone image objects (not only depends on the properties of the object itself, but also from its light, seasons and photographic processing conditions). In black-and-white photographs tone of the picture is determined by their reflectivity, which depends on the mineralogical and organic composition of soil and vegetation that grows on them. Humus



substances and iron oxides reduce the overall brightness of soils, carbonates and chlorides increase it. Therefore, soils that are different high content of humus are shown in the pictures darker tones. Tone of agricultural land can also change the type of agricultural culture that grows on them and its development phases.

- Color objects (images of objects in natural or artificial colors gives more opportunities to decrypt than black and white).

Once the decryption objects and their attributes were considered the main methods of decoding and mapping of agricultural land according to remote sensing and selected the best - automated.

Automated classification - the process of partitioning a continuous pixel bitmap into categories based on their spectral values, resulting each pixel is assigned a new value.

The next step is the automated process of mapping land - digital maps (digitizing making the attribute (descriptive) information). Making maps with agricultural land according to remote sensing occurs in three stages: pre-office, field, end-office.

In the period after the field-office removal of soil materials and results of the decipherment of the soil are made in the final form - created geodatabase agricultural land.

This technology has been tested on the example of Lviv region and determined that the methods of remote sensing from space can not completely replace the contact methods for observing environment. The most effective use of their complex, in which the results of measurements of the contact methods used for estimation of accuracy of measurements and remote content geodatabase more information.

**Keywords:** decoding, mapping, remote sensing data, agricultural land, geodatabase, classification.

#### References

1. Vinogradov B. V. and Kondrat'ev K. Ya., Space Methods in Geography. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1971, 190.
2. Garbuk P.V., Gershenzon V.E. Space systems for remote sensing. M.: Volumes A and B, 1997, 296.
3. Knizhnikov Yu.F., Kravtsova V.I. and Tutubalina O.V., Aerospace Methods in Geographical Research, Moscow: Akademiya, 2004, 336.
4. Kondratyev K.Ya., Fedchenko P.P. Spectral reflectance and recognition of vegetation. Leningrad: Nauka, 1987, 216.

*Поступила в редакцію 15.04.2013 г.*