

УДК 614.18

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЗЗ ТА ГІС ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

*В. О. Шумейко
(Центр прийому і обробки
спеціальної інформації та контролю
навігаційного поля, м. Дунаївці)*

За допомогою технології дистанційного зондування Землі і можливостей геоінформаційних систем створено бази геоданих існуючих родовищ природних копалин та забезпечення ефективного моніторингу.

С помощью технологии дистанционного зондирования Земли и возможностей геоинформационных систем созданы базы геоданных существующих месторождений естественных ископаемых и обеспечения эффективного мониторинга.

By technology of the remote sensing of Earth and possibilities of the geographic information systems the bases of these existent deposits of natural minerals and providing of the effective monitoring are created.

На сьогоднішній день в Хмельницькій області налічується 237 родовищ нерудних корисних копалин, які знаходяться на обліку. Тільки 116 із загальної кількості розробляється законно, решта запущені чи ведеться незаконний видобуток. Крім родовищ, які внесенні до загального обліку існує більше сотні незаконних видобутків природних копалин.

Ціль проведеної роботи — забезпечити збір та систематизацію інформації про стан родовищ за допомогою тематичної обробки космічних знімків та ГІС.

Основні методи моніторингу корисних копалин:

- проведення наземних вимірів (GPS — приймач, спеціальні геодезичні прилади);
- використання методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ):

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

- аерофотозйомка (літаки, безпілотні літаючі апарати та ін.);
- космічна зйомка (штучні супутники Землі (ШСЗ)).

Для оптимального моніторингу родовищ корисних копалин необхідно, мінімум раз в квартал здійснювати виміри на кожному об'єкті. Щоквартальне проведення моніторингу за допомогою контактних наземних вимірів на більш ніж 300 об'єктах є не доцільним, оскільки для цього необхідно велика кількість людських ресурсів і фінансів. Таким чином доцільно розглянути альтернативні методи моніторингу цих об'єктів, тобто дистанційні.

Дистанційне зондування — це отримання інформації про властивості об'єктів чи явищ за допомогою пристрою, який не має з ними контакту.

Аерофотозйомка на сьогоднішній день є більш дорожчою за космічну.

Знімки, отримані з космосу, дозволяють охоплювати на поверхні Землі великі території, що дає можливість, застосовуючи спеціальні технології комп'ютерної обробки, аналізувати процеси, що досліджуються в один і той же момент часу на великих площах.

Для дешифрування за допомогою космічних знімків родовищ корисних копалин необхідно визначити основні їх дешифрувальні ознаки.

Розрізняють розробку родовищ корисних копалин відкритим і підземним способами. Відкритим способом в світі добувається майже 100% нерудних корисних копалин (рис. 1).

Об'єм виділених у відвал скритих порід при відкритій розробці родовищ зазвичай значно перевищує об'єм корисних копалин, які добуваються. Цей спосіб призводить до зміни форм земної поверхні, агротехнічних властивостей землі і гідрогеологічних режимів районів, які добре видимі на знімках.

Основні дешифрувальні ознаки родовищ корисних копалин на космічних знімках (рис. 2 а, б, в):

- відкриті ґрунти (ями);
- відвали;
- наявність доріг (під'їздів).

Для використання результатів космічної зйомки необхідно створити бази неоданих (БГД) наявних родовищ за допомогою ГІС та провести виміри для визначення тестових ділянок.

Таблиця 1 — Порівняльний аналіз різноманітних методів оцінки стану родовищ корисних копалин

Метод обстеження	Переваги	Недоліки
Наземна таксація	Можливість детального дослідження невеликої кількості родовищ.	Велика кількість родовищ рознесених на великій території. (неможливе застосування для моніторингу з метою оцінки незаконного видобування природних ресурсів).
Аерофото-знімання	Обсяг робіт, що виконуються одним виконавцем, зростає до 2 разів, вартість робіт знижується на 15-20% (в порівнянні з наземною таксацією). Літак може літати нижче за хмари або повторити політ наступного дня. Можливо отримувати зображення з розрізненням до декількох сантиметрів (залежно від висоти польоту)	Висока вартість оренди літальних засобів, як наслідок, низька періодичність спостереження. Трудомісткість та великі витрати при обробці результатів аерофотознімання
Космічний моніторинг (ДЗЗ)	Велика смуга огляду. Одночасне одержання зображень у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах. Висока періодичність спостереження. Отримання інформації для об'єктів, які недоступні для вивчення іншими засобами. Швидкість і зручність обробки цифрових даних.	Хмарність під час зйомки. Обмеженість просторового розрізнення (на сьогоднішній день найкращим вважається розрізнення 0,45 м).

Зазвичай ГІС представляє інформацію у вигляді карт і за допомогою символів. Дивлячись на карту, можливо дізнатись, де знаходяться ті чи інші об'єкти і процеси, чим вони являються,



*Рис. 1. Системи відкритої розробки:
а — піщані кар'єри; б — гранітні кар'єри.
Стрілками показано напрямок розвитку робіт.*



а



б



в

*Рис. 2. Знімки кар'єрів, які отримані за допомогою ШСЗ:
а — ШСЗ Landsat-7 — гранітний кар'єр, б — ШСЗ Spot — гранітний кар'єр, в — ШСЗ QuickBird — кар'єр фосфоритів).*

як до них можливо добратися по автодорогам чи іншим транспортом, що граничать з ним чи знаходяться поблизу. При інтерактивній роботі з картами на персональному комп'ютері, ГІС може також створювати нову інформацію, яка не присутня в явному вигляді на паперових картах.

Наприклад ви можете запросити всі відомі атрибути (характеристики) просторового об'єкта; отримати перелік всіх об'єктів, які зустрічаються на маршруті з одної точки мережі до іншої; вирахувати час руху; виконати моделювання.

Вхідна інформація для БГД є перелік родовищ в форматі *.xls.

Основними атрибутами БГД є:

- Назва району;
- Назва родовища або населеного пункту;
- Корисна копалина;
- Підприємство, яке експлуатує родовище;
- Спеціальний дозвіл (№, дата видачі, вид діяльності, термін дії);
- Дата погодження в держу правління;
- Стан родовища;
- Площа родовища;
- Периметр родовища;
- Максимальна довжина родовища;
- Максимальна глибина родовища;
- Географічна довгота центру родовища;
- Географічна широта центру родовища;
- Дата проведення наземних вимірів.

Перший етап — визначення координат населеного пункту біля якого знаходиться родовище та занесення координат в графу географічна довгота та широта центру родовища. Координати населених пунктів можливо отримати за допомогою ПО ArcGIS.

Другий етап — графічне відображення на топографічній карті (М 1:100 000) та уточнення місця положення (рис. 3, 4).

Третій етап — проведення наземних вимірів за допомогою GPS — приймача та створення тестових ділянок для основних типів родовищ. Для можливості космічного моніторингу родовищ необхідно мати тестові ділянки (знати, який вигляд мають родовища на космічних знімках) та визначити їх основні дешифрувальні

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

ознаки. Проведення наземних вимірів можливо здійснити за допомогою GPS-технології. Система Глобального Позиціону-



Рис. 3. Умовне позначення кар'єрів на топографічних картах (1 — глиняний, 2 — піщаний, 3 — торф'яні розробки)



Рис. 4. Зображення кар'єрів на топографічній карті (1 — гранітний, 2 — піщаний)

вання (GPS чи Global Positioning System) являється глобальною, всепогодною і забезпечує можливість отримання точних координат і часу 24 години на добу.

GPS приймачі можуть вираховувати положення з періодом менше однієї секунди і забезпечують точність від метрів до сантиметрів при роботі в диференційному режимі вимірів. GPS приймач отримує сигнали з GPS супутників і потім вираховує Ваше місцезнаходження. Результати обчислень відображаються

у вигляді координат на дисплеї приймача. GPS приймачі вимірюють також висоту над рівнем моря, що дозволяє проводити наземні виміри на родовищах корисних копалин (табл. 2).

Таблиця 2 — Результати наземних вимірів 3 жовтня 2008 року на території глиняного кар'єру Сошенської сільської Ради (біля м. Ізяслав).

Номер точки	Географічна довгота	Географічна широта	Висота над рівнем моря, м.	Номер точки	Географічна довгота	Географічна широта	Висота над рівнем моря, м.
0	26,82037	50,09563	233	25	26,82128	50,09565	234
1	26,82053	50,09592	239	26	26,8214	50,09557	234
2	26,8206	50,09612	241	27	26,82163	50,09542	234
3	26,8208	50,09613	241	28	26,82173	50,09555	235
4	26,82118	50,09622	241	29	26,82197	50,09557	238
5	26,82148	50,0963	241	30	26,82212	50,09568	238
6	26,8215	50,09617	241	31	26,82212	50,0958	237
7	26,82188	50,09607	242	32	26,82188	50,09583	237
8	26,8219	50,09595	242	33	26,8218	50,09597	240
9	26,82217	50,09587	243	34	26,82153	50,09597	240
10	26,82225	50,09568	241	35	26,8217	50,0958	238
11	26,82213	50,09558	241	36	26,82152	50,09573	238
12	26,82213	50,09542	241	37	26,82152	50,09597	239
13	26,82178	50,09533	239	38	26,82153	50,09612	239
14	26,82153	50,09537	240	39	26,82135	50,09617	241
15	26,82128	50,09548	240	40	26,82107	50,09613	237
16	26,82092	50,09548	240	41	26,82088	50,09603	238
17	26,82073	50,09557	239	42	26,82065	50,09605	239
18	26,82042	50,09558	239	43	26,82093	50,09603	237
19	26,82053	50,0959	237	44	26,82082	50,09597	239
20	26,82053	50,09567	237	45	26,82098	50,09583	237
21	26,82068	50,0958	237	46	26,82125	50,09585	238
22	26,8208	50,09568	237	47	26,82088	50,09592	239
23	26,82095	50,09557	237	48	26,8207	50,09588	239
24	26,82117	50,09553	238	49	26,82048	50,09572	243

GPS приймач дозволяє отримувати точні, оновлені геоінформаційні дані в будь-який час. З обладнанням для GPS картографування можливо задати словник атрибутів об'єктів і вводити ці



Рис. 5. Схема розміщення контрольних точок на території глиняного кар'єру Сошенської сільської Ради (біля м. Ізяслав).

атрибути в полі одночасно із збором даних необхідних для отримання місцезнаходження об'єкта. Це прискорює процес обробки зібраних даних, дозволяє виключити помилки при переводі з однієї форми носія даних в іншу і забезпечити БГД самою свіжою геоінформацією (рис. 5).

За допомогою проведених наземних вимірів визначено такі характеристики кар'єрів, як: периметр, площу, максимальну довжину і глибину, об'єм родовища — після побудови 3D — моделі за даними висот, які визначені за допомогою GPS приймача (рис. 6).

Четвертий етап — тематична обробка даних ДЗЗ, доступ до БД наявних знімків за різні роки та проведення аналізу змін, які відбулися на протязі певного періоду.

Для моніторингу родовищ корисних копалин необхідно використовувати космічні знімки:

- знімки *високого* розрізнення: відносно високого 20—40 м, високого 10—20 м, дуже високого 1—10 м;
- знімки *зверхвисокого* розрізнення менше 0,3—0,9 м.

П'ятий етап — створення, ведення та поповнення БГД (рис. 7) новими даними (табл. 3).

Об'єкти в БГД зберігаються в зв'язаних реляційних таблицях. Частина з цих таблиць представляють собою збір просторових об'єктів.

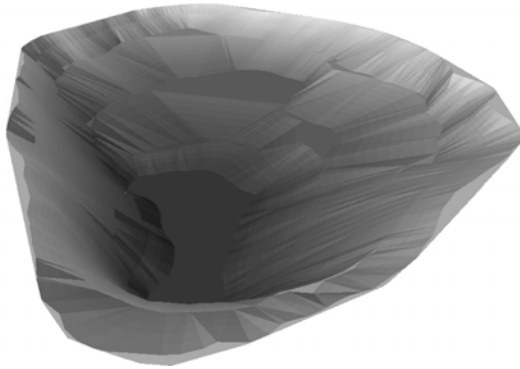


Рис. 6. 3D-модель Красносілківського гранітного кар'єру

Інші таблиці задають відношення між просторовими об'єктами, правила перевірки коректності і доменів атрибутів.

В результаті проведеної роботи в БГД кар'єрів Хмельницької області було внесено додаткову інформацію по 13 кар'єрах:

- Головчинецькому гранітному;
- Красносілківському гранітному;
- Русанівському гранітному;
- Ізяславському піщаному (біля заводу «Харчомаш»);
- Ізяславському глиняному (с. Мокрець);
- Ізяславському глиняному (Сошенської сільської Ради);
- Красилівському глиняному (с. Слобідка Красилівська сільська Рада);
- Красилівському глиняному (с. Слобідка Красилівська сільська Рада);
- Красилівському глиняному (сmt. Антоніни);
- Красилівському вапняному (Чепелівської сільської Ради);
- Волочиському глиняному (Користовецької сільської Ради);
- Волочиському глиняному(м. Волочиськ);
- Теофіпільському піщаному (с. Новоставці).

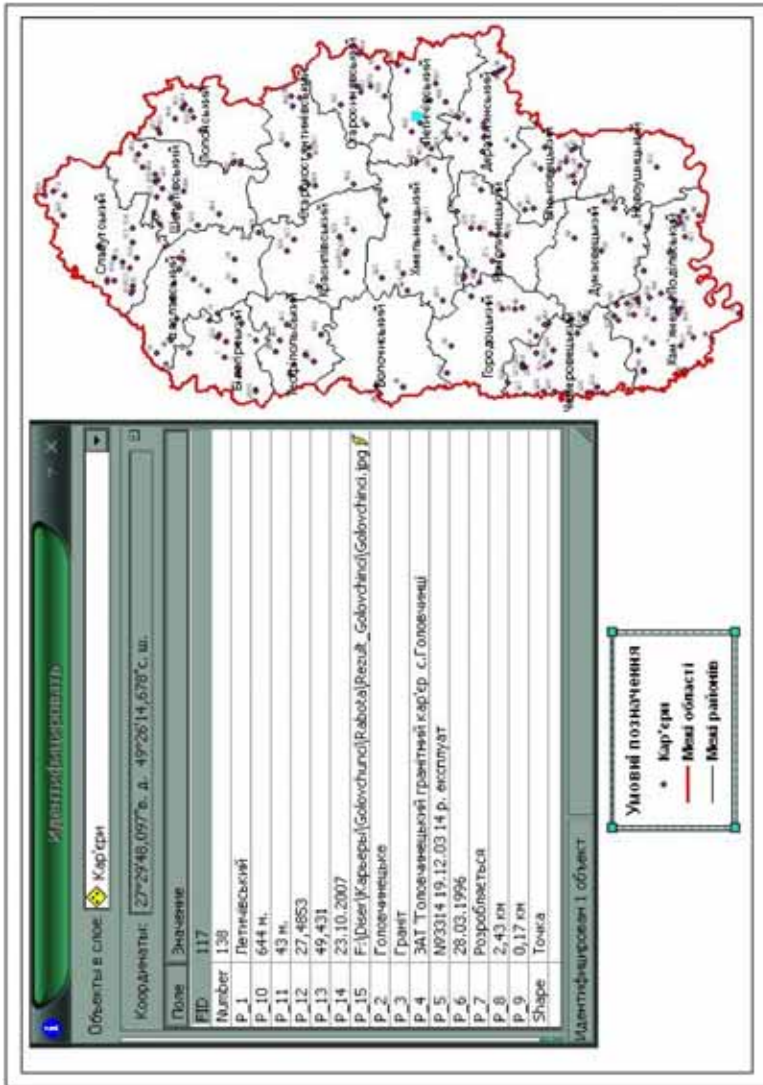


Рис. 7. БГД кар'єрів в середовищі ArcGIS

Таблиця 3 — Перелік найменувань атрибутів таблиці

Найменування атрибута	Пояснення
P_1	Район
P_2	Назва родовища або населеного пункту
P_3	Корисна копалина
P_4	Підприємство, яке експлуатує родовище
P_5	Спеціальний дозвіл (№, дата видачі, вид діяльності, термін дії)
P_6	Дата погодження в держуправлінні
P_7	Стан родовища
P_8	Периметр
P_9	Площа
P_10	Максимальна довжина
P_11	Максимальна глибина
P_12	Географічна довгота об'єкта
P_13	Географічна широта об'єкта
P_14	Дата проведення наземних вимірів
P_15	Тематична карта

Шостий етап — визначення місця розташування родовищ, на яких ведеться незаконне видобування природних копалин.

Значних збитків, як державі, так і територіальним громадам (причому, часто непоправних) завдає незаконне використання земель для видобутку корисних копалин. Особливого поширення набули самовільні заняття землі для користування її ресурсами; ухилення від сплати платежів за видобуток корисних копалин.

Використовуючи результати тематичної обробки космічних знімків можливо виявити нові кар'єри.

Загострення екологічних проблем на нашій планеті, в тому числі пов'язаних з добуванням корисних копалин, потребує постійного моніторингу стану природного середовища, для якого в наш час необхідно застосування космічних засобів спостереження.

Для вивчення тенденцій і темпів зміни на місцевості — важливо прослідкувати за динамікою їх розвитку. Таку можливість відкриває використання різночасових знімків.

Матеріали аерокосмічних зйомок дають достатньо повне представлення про особливості будови і динаміки ландшафтів,

які сформувалися в районах видобування корисних копалин. Вони можуть бути використані для моніторингу відпрацьованих територій, визначення напрямку рекультиваційних робіт, оцінки їх ефективності. Для вирішення цих задач необхідні космічні знімки високого розрізнення чи аерознімки.

Порушені при добуванні корисних копалин землі можуть бути використані для сільського господарства, лісорозведення, створення рибоводних ставків і мисливських угідь чи для проведення повторного видобування корисних копалин.

Отримані результати дозволяють вести облік, здійснювати контроль та проводити моніторинг існуючих родовищ корисних копалин та виявити незаконне видобування.

Застосування технології ДЗЗ та ГІС повинно стати невід'ємною частиною і важливим інструментом контролю та обліку використання природних копалин для місцевих та державних органів управління.

* * *

1. Геоинформатика / А. Д. Иванников, В. П. Кулагин, А. Н. Тихонов, В. Я. Цветков. — М.: МАКС Пресс, 2001. — 349 с.

2. Бугаевский Л. М. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов / Л. М. Бугаевский, В. Я. Цветков. — М., 2000. — 222 с.

3. ДеМерс Географические Информационные Системы. Основы / ДеМерс, Н. Майкл // Пер. с англ. — М.: Дата+, 1999.

4. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Виноградов. — М.: Наука, 1984.

5. Гарбук С. В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. — М.: Издательство А и Б, 1997. — 296 с.

6. Дейвис Ш. М. Дистанционное зондирование: количественный поход / Ш. М. Дейвис, Д. А. Ландгребе // Пер. с англ. — Недра, 1983. — С. 415.

Отримано: 1.10.2009 р.