

## ПРАКТИКА СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ВЕКТОРНИХ ПЛАНІВ КАР'ЄРІВ

© Плиска Л., 2005

*Государственное предприятие "Укрінжгеодезія" выполняет работы по цифровому картографированию открытых карьеров. В работе представлено описание технологии создания карт при использовании аэрофотосъемки. Предложены некоторые пути организации данных. В качестве примеров приводятся дополнительные возможности при создании карт (определение кубических объемов, построение профилей и т. д.)*

*State enterprise "Ukrinzhgeodesiya" carries out some works of open pit digital mapping. This article shows an overview of mapping using aerial survey. Some ways of data organization are proposed here. The examples of different queries to maps are given here as examples (cubic capacity figuring, section building etc.).*

Головними напрямками економічної стабільності країни є постійний розвиток галузей паливно-енергетичного комплексу, розширення рудної та мінерально-сировинної бази країни. Промислове освоєння родовищ у важких гірничо-геологічних умовах збільшує відповідальність служб за безпеку ведення гірничих робіт, раціональну розробку родовищ, ефективність використання високопродуктивних гірничих машин та комплексів. Тут дуже важливу роль відіграє маркшейдерська служба, сучасний стан технічного і технологічного розвитку якої знаходиться в стадії докорінного оновлення. В зв'язку з цим виникла необхідність впровадження цифрових технологій створення маркшейдерських планів на основі використання новітніх методів цифрового картографування. Це приведе до значного скорочення часу на створення та ведення чергових планів кар'єрів, економічної ефективності ведення робіт по моніторингу кар'єрів, автоматизації процесу визначення площ та об'ємів видобутих порід, побудови геологічних розрізів по лініях свердловин тощо.

На сучасному етапі Державне науково-виробниче підприємство (ДНВП) "Укрінжгеодезія" проводить комплекс аерофотознімальних і топографо-геодезичних робіт на території ВАТ "Центральний гірничо-збагачувальний комбінат" (м. Кривий Ріг), де розробка родовищ залізної руди ведеться відкритим методом.

Програмою робіт передбачено виконати знімання стереотопографічним методом трьох кар'єрів комбінату (загальною площею  $\sim 15 \text{ км}^2$ ), чотирьох відвалів ( $\sim 8 \text{ км}^2$ ) та двох комунікаційних коридорів ( $\sim 22 \text{ км}^2$ ). Середні помилки в положенні на плані предметів та контурів місцевості з чіткими обрисами відносно найближчих точок маркшейдерської знімальної основи не повинні

перевищувати для кар'єрів – 0,5 м, для відвалів – 1 м, для комунікаційних коридорів – 2,5 м; в районах з капітальною забудовою відповідно 0,4 м, 0,8 м та 2 м; по висоті – 0,4 м.

З цією метою підприємством виконано аерофотознімання вказаних територій в масштабі 1:6000 та 1:8000 з літака АН-30. При цьому було використано аерофотознімальний комплекс LMK-2000 (Zeiss) з фокусною віддаллю 152,44 мм та розміром знімка 23×23 см. Зроблено планово-висотне обґрунтування знімків.

Для проведення фотограмметричної обробки аерофотознімків використовуватиметься цифровий фотограмметричний комплекс Delta (Geosystem, Україна). Врівноваження і оцінка точності визначення координат фотограмметричної мережі згущення проводитиметься за програмою BlockMSG проф. С.Г. Могильного.

Специфіка роботи полягає саме у визначенні переліку додаткових груп об'єктів та параметрів цифрової маркшейдерської карти, які б уможливили виконання розрахунків та аналізу проведених робіт по видобуванню родовищ. Головна увага при цьому повинна приділятися рельєфній частині карти, оскільки саме від висотного положення об'єктів залежатиме точність побудови розрізів та обчислення об'ємів. Це зумовлює збір усіх об'єктів карти в стереорежимі. Окрім того, графічна копія цифрової карти повинна бути максимально наближена до загальноприйнятої, що використовується сьогодні в маркшейдерських службах України (рис. 1).

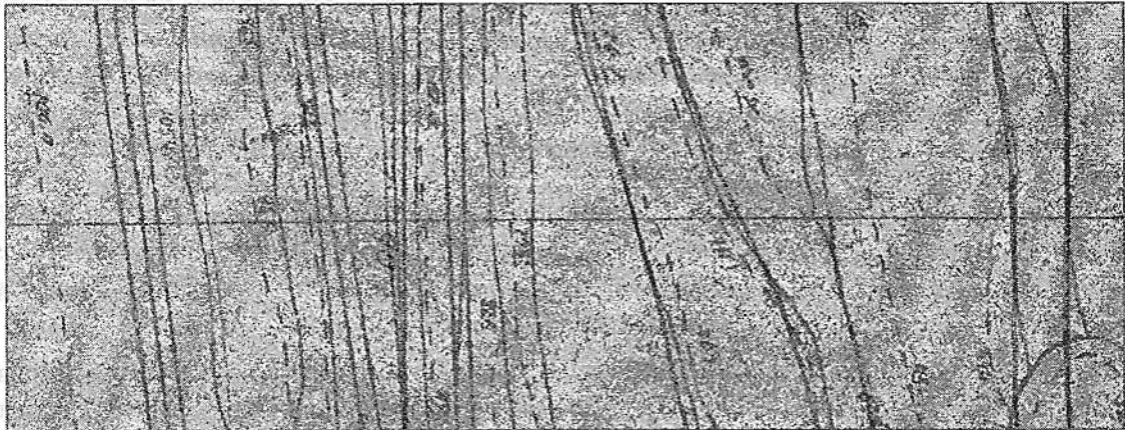


Рис. 1. Приклад маркшейдерського плану кар'єру

Найпоширенішим програмним продуктом в Україні, що підтримує можливість стереозбору інформації, залучення баз даних, визначення площі і об'ємів, напівавтоматичну побудову розрізів, імпорт геодезичних вимірювань, експорт даних в найбільш вживані векторні формати даних є Digitals/Delta.

Інформаційна структура цифрової векторної карти розроблялась з врахуванням специфікації її майбутнього використання та погоджувалась з Замовником робіт. Всі об'єкти карти розділятимуться на такі основні групи шарів згідно з Класифікатором інформації, яка відображається на топографічних планах відповідних масштабів (2, 2000):

1. Геодезичні пункти.
2. Рельєф (горизонталі, пікети тощо).
3. Гідрографія, об'єкти гідротехнічні.
4. Населені пункти.
5. Об'єкти промисловості, комунальні та сільськогосподарського виробництва.
6. Дорожня мережа і дорожні споруди.
7. Рослинність та ґрунти.
8. Кордони та межі, огорожі.

Бази даних об'єктів карти створюватимуться та заповнюватимуться відповідно до переліку ознак, що характеризують об'єкти класифікації (2, 2000).

Функції, реалізація яких має бути забезпечена використанням цифрової карти, включають: сумарний збір даних по кар'єру; вибірковий аналіз по окремих параметрах (місяць/рік видобутку порід); отримання даних про глибину залягання окремих порід тощо. Отже, було визначено декілька додаткових об'єктів, обов'язкових для відображення на цифрових маркшейдерських планах, а також визначено зв'язки між ними. Окремі з них наведені в таблиці.

### Перелік об'єктів, обов'язкових для показу на маркшейдерських планах

Код об'єкта	Назва	Тип об'єкта	Поля бази даних	Тип поля	Можливі значення
51111000	Границя кар'єру	полігон	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
			Адреса (умовна)	Симв.	Кривий Ріг
			Підприємство, що проводить роботи	Симв.	ТзОВ "Центральний ГЗК"
			Площа, км <sup>2</sup>	Числ.	7
51111100	Горизонти (ведуться у разі осипань порід)	лінійний	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
			Умовна позначка горизонту або абсолютна висота, м	Числ.	25, -150, 64
51111210	Верхня бровка укусу, відвалу тощо	лінійний	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
51111220	Нижня бровка укусу, відвалу тощо	лінійний	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
51111300	Свердловини	точковий	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
			Назва/номер свердловини	Симв.	32/2/65
			Позначка кривлі, м	Числ.	152.25
			Глибина залягання породи 1, м	Числ.	25
			Глибина залягання породи 2, м	Числ.	50
			...	...	....
	Позначка підосви, м	Числ.	20		
51111400	Лінія розрізу	лінійний	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
			Назва/номер розрізу	Симв.	IV-IV
			Довжина, м	Числ.	2500
51111900	Межа видобутих копалин	полігон	Назва кар'єру	Симв.	Кар'єр № 1
			Площа, м <sup>2</sup>	Числ.	12255.52
			Умовна позначка горизонту або абсолютна висота, м	Числ.	-50
			Місяць видобутку	Симв.	Січень
			Рік видобутку	Симв.	2005

Коди об'єктам присвоєно за аналогією до прийнятої в Україні системи класифікації об'єктів, що відображаються на цифрових картах (2, 2000). Фактично було розширено ієрархію коду 51111000 – Місця видобутку корисних копалин відкритим способом – Кар'єри. У разі потреби бази даних об'єктів можна розширити засобами програмного комплексу.

Окрім того, що точки бровок укосів будуть розміщені з інтервалом  $\sim 2-4$  м і кожна матиме свою висоту, додатковою вимогою при створенні плану є набір пікетів на бровках кар'єру через 25 м згідно з (1, 1987). Отже, після стереозбору інформації отримаємо цифровий векторний план кар'єру (рис. 2).

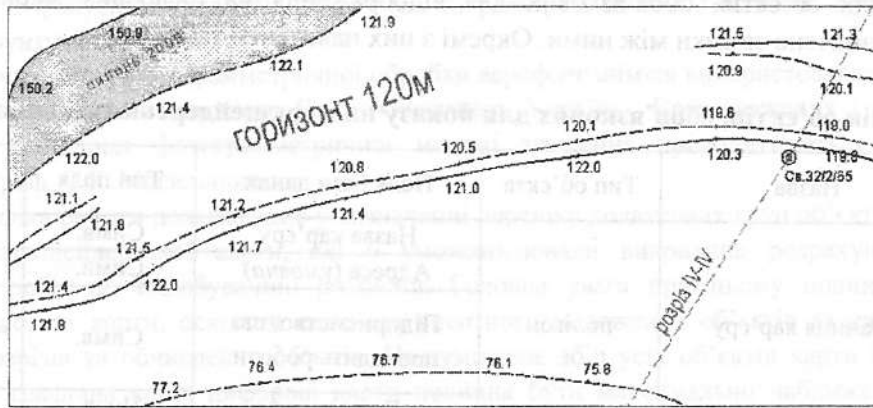


Рис. 2. Цифровий план кар'єру

Програмний комплекс DigitalS підтримує підрахунок запланованих об'ємів видобутих порід методом подвійного інтегрування на основі меж полігону та присвоєння йому певної абсолютної висоти/горизонту (рис. 3). За цією самою схемою можна підрахувати об'єми окремих видів порід. Передбачено можливість напівавтоматичної побудови профілів поверхні по лінії розрізу із врахуванням відомостей про свердловини у базі даних (рис. 4).

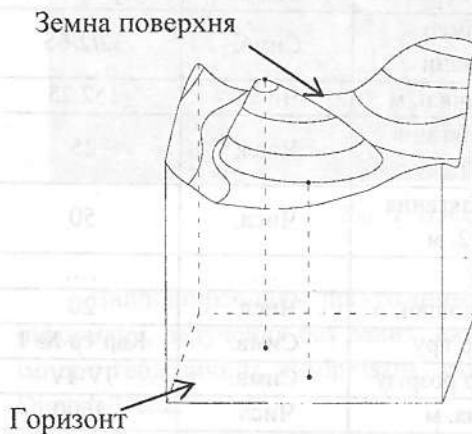


Рис. 3. Побудова 3D-фігур для обчислення об'ємів

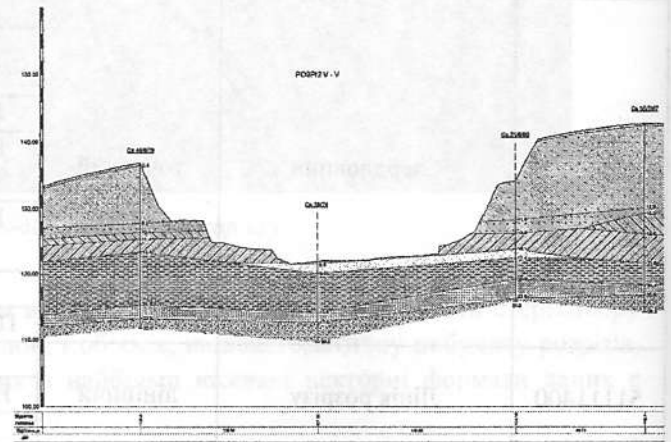


Рис. 4. Побудова розрізів

Отже, створені цифрові плани кар'єрів повністю задовольняють вимогам до точності, які передбачені Інструкцією (1, 1987); підлягають оновленню, використовуючи імпорт геодезичних вимірювань з тахеометрів Leica, Sokkia, Trimble, УОМЗ тощо; уможливають аналіз просторових даних, а саме: підрахунок об'ємів порід; можуть бути експортовані в найбільш вживані векторні та растрові формати даних (ArcGIS, AutoCad, Credo тощо).

1. Інструкція по производству маркшейдерских работ. – М.: Недра, 1987. 2. Топографо-геодезична та картографічна діяльність. Законодавчі та нормативні акти. Укргеодезкартографія. – 2000.