

В. Горлатова, Н. Грицьків

Національний університет “Львівська політехніка”

## СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ ЗА АРХІВНИМИ КАРТОГРАФІЧНИМИ ДАНИМИ

© Горлатова В., Грицьків Н., 2013

*Проведен комплекс работ по построению цифровой модели рельефа на территории  
Домбровского карьера в геоинформационной системе ArcGis.*

*The complex of works on the formation of a digital elevation model into the territory Dombrowski  
career was performed in geographic information system ArcGis.*

**Постановка проблеми.** Ідея створення Домбровського калійного кар'єру на Прикарпатті виникла ще за Австро-Угорщини. В 1968 році у складі хіміко-металургійного комбінату (12 заводів) було засноване ДП «Калійний завод». Підприємство було призначене для видобутку калійних солей, які використовувалися на виробництві калійних добрив, магнію та глибокій переробці вуглеводної сировини. Внаслідок прийнятих свого часу неправильних рішень щодо розташування й експлуатації хвостосховищ, відвалів, акумулюючих ємностей та способу ліквідації шахтних порожнин, що утворилися в результаті господарської діяльності хімічних підприємств у Калузькому районі, було порушено екологічну рівновагу в товщі гірських порід Калуш-Голинського родовища калійних солей. Це спричинило численні провали земної поверхні над площею шахтних полів у Калуші, руйнування будинків і комунікацій, засолення водоносних горизонтів. Північна частина кар'єру з травня 2007 року почала інтенсивно затоплюватись внаслідок потрапляння засолених вод з дренажних траншей та частково по гальковому горизонту з ріки Сівка [1–5, 9, 10]. На космічних знімках (рис. 1) видно динаміку змін в рівні озера кар'єру [11, 12]. Є загроза, що невдовзі розвиток карстових процесів ще більше активізується, а відтак проявляться інші негативні наслідки – просідання земної поверхні, обвали, зсуви, які охоплять всю внутрішню частину кар'єру і деформують борти дрена. Для моніторингу кар'єру і прилеглих до нього виробничих, природних та соціальних об'єктів необхідно створити картографічну основу – цифрову модель місцевості, яка значно б спростила проведення досліджень, моделювання ситуацій та прогнозування змін на цій території.



а



б

Рис. 1. Домбровський кар'єр на космічних знімках: а – 2006 р.; б – 2012 р.

**Аналіз основних досліджень та публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми.** У 2005 р. Інститут гірничо-хімічної промисловості розробив техніко-економічне обґрунтування ліквідації Домбровського кар'єру (три варіанти), а саме заповнення залишкової ємності кар'єру прісними водами з попереднім скидом всіх розсолів, другий варіант – організації у Домбровському кар'єрі прісного озера і третій варіант – заповнення кар'єру відходами ДП „Калійний завод” [7,9].

Після ознайомлення з екологічно небезпечними об'єктами Калуша, Президент України в 2009 році підписав указ про оголошення міста та прилеглих до нього сіл зоною надзвичайної екологічної ситуації [7].

В Державному науково-дослідному інституті „Галургії” наполягають, що основним заходом зменшення впливу Домбровського кар'єру на довкілля є ліквідація дренажної траншеї об'ємом 2 млн. м<sup>3</sup> засипанням її глинистими породами, тобто ізоляцією кар'єра від припливу поверхневих та ґрунтових вод [9].

На кафедрі безпеки життєдіяльності Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу розроблено теоретичні та методичні основи процесу захоронення високомінералізованих розсолів калійних родовищ Прикарпаття [1,2]. І цей природоохоронний захід у перспективі може дати змогу вилучити ще 26 млн. м<sup>3</sup> залишкових калійних руд.

У результаті проведеного моніторингу в 2012 році науковці Державного науково-дослідного інституту „Галургії” (м. Калуш) відхилили ідею щодо створення рекреаційної зони на Домбровському кар'єрі [6]. І ще раз підтвердили кілька тез: по-перше, необхідно ретельно вивчити стан Домбровського кар'єра. По-друге: проект “Гірхімпрому” щодо консервації кар'єру, яким передбачено його затоплення, є повністю хибним. Домбровський кар'єр і без того швидко затоплюється, а розсоли забруднюють усе більшу територію. Переміщення засолених вод водоносним горизонтом активізувалося після затоплення кільцевої дренажної траншеї. Зважаючи на велику кількість токсичних та канцерогенних речовин у відвалах та у кар'єрі, можна стверджувати, що вони поширюються у напрямку Калуша, річок Лімниці та Дністра.

**Невирішені частини загальної проблеми.** Проведені дослідження ґрунтувалися переважно на описових даних геологічної структури кар'єру та хімічного складу забруднених територій. Як графічну основу використовували геологічні мапи, топографічні плани та плани-схеми переважно на паперовій основі в масштабах від 1:2000 і дрібніші, які не дають повноцінної узагальненої картини сучасного стану Домбровського кар'єру і прилеглих територій і не дають змоги провести повноцінний комплексний моніторинг з врахуванням різноманітних геопросторових даних.

**Постановка завдання.** Для моніторингу сучасного стану Домбровського кар'єру та для прогнозування змін, які можуть відбутись за тих чи інших умов, необхідно створити цифрову модель місцевості (ЦММ) цієї території. Цифрова модель місцевості повинна містити цифрову модель рельєфу (ЦМР) з можливістю подальшої актуалізації топографічної складової та наповнення тематичною графічно-описовою інформацією.

**Виклад основного матеріалу.** Вирішення цього завдання реалізовано у геоінформаційній системі ArcGis – багатомодульному програмному продукті, який працює з геоданими у графічних (растр-вектор) та текстових (описові бази даних) форматах. Основними можливостями цієї ГІС можна вважати [8]:

- створення карт на основі даних, які зберігаються в різних форматах, зокрема шейп-файлів, наземних і космічних знімків та нерегулярних мереж;
- подання просторових даних у вигляді карт із використанням широкого спектра картографічних можливостей, аналізувати просторові дані з метою знаходження об'єктів або встановлення зв'язків між ними;
- тривимірний перегляд, побудова й аналіз поверхонь;
- наявність набору інструментів для растрово-векторної конвертації даних, необхідний для векторизації відсканованих картографічних зображень;
- реалізація процедур обробки просторових даних і отримання деякого кінцевого продукту шляхом побудови графічних моделей, які містять інструменти, сценарії і дані.

Як картографічну основу для створення ЦМР використано архівні топографічні плани Домбровського кар'єру і прилеглих до нього територій. Користувалися різномасштабними даними, які в сукупності покривають всю необхідну територію (рис.2):

1. Топографічні плани в масштабі 1:1000 – для побудов використано 17 планшетів. Плани створено на основі топографічного знімання 1968 року, востаннє оновлено в 1990–1991 рр. Плани охоплюють територію навколо кар'єру і містять інформацію про рельєф, гідрографію, рослинність та ситуацію на місцевості (будівлі, споруди, дороги, лінії електропередач та інше). На планах відсутня розробка південної частини кар'єру (рис. 3, а).

2. Топографічний план у масштабі 1:2000 створено на основі фактичного положення гірничих виробок у центральній частині кар'єру станом на 1.11.2006 р., а отже, може вважатись актуальним, оскільки видобуток порід припинено саме у цей час. Оскільки породи видобували уступами, перепад висот на яких становить 8–10 м, рельєф на плані подано у вигляді нерегулярної мережі висотних пікетів та відповідними умовними позначеннями схилів.

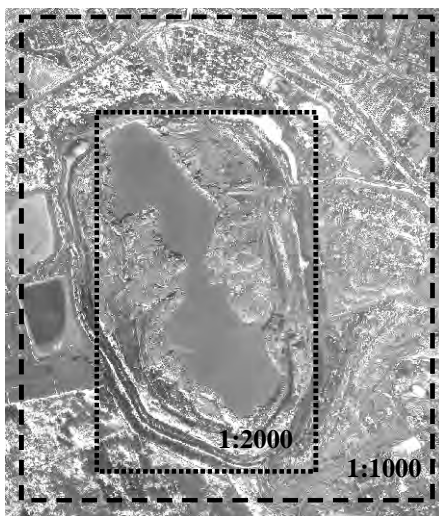


Рис. 2. Схема покриття кар'єру топографічними планами в масштабі 1:1000 і 1:2000

Топографічні плани обидвох масштабів за допомогою модуля Georeferencing прив'язані до системи координат СК-42. У результаті отримано растрову топографічну карту кар'єру та прилеглої території (рис. 3, б).

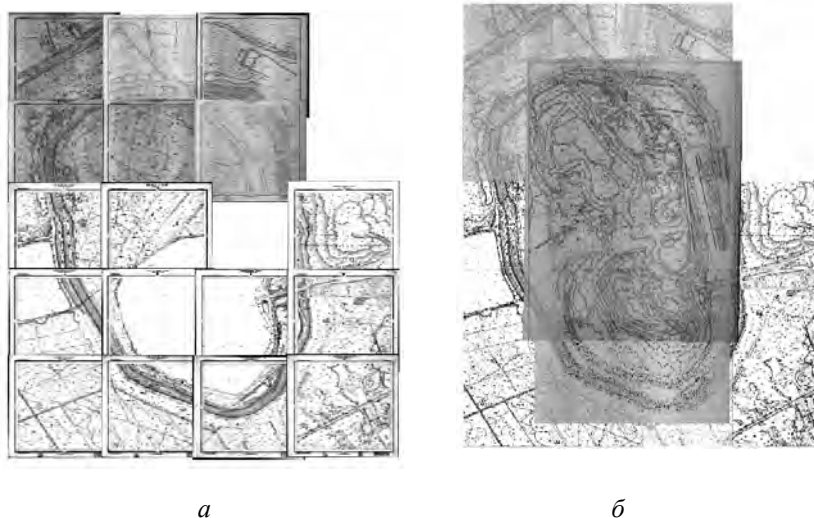


Рис. 3. Монтаж топографічних планів: а – масштаб 1:1000; б – масштаби 1:1000 і 1:2000

Щоби моделювати різноманітні ситуації, необхідно за растровими даними створити векторну топологічну модель. Для цього використано модуль Editor. За допомогою відповідних інструментів створення та редагування виконано векторизацію об'єктів рельєфу: горизонталей і висотних пікетів.

Для створення віртуальної ЦМР застосовано модуль 3D Analyst. До основних операцій цього модуля належать: побудова TIN і GRID поверхонь; побудова тривимірних об'єктів; подання двовимірних зображень у вигляді тривимірних; накладання знімків на поверхню; редагування поверхонь TIN; інтерполяція висот і побудова профілів; побудова ізоліній; обчислення нахилів поверхонь та експозицій схилів; розрахунок зон видимості; обчислення площ та об'ємів виїмок та багато інших.

ЦМР побудована по TIN поверхні, створеній за даними оцифрування горизонталей і висотних пікетів. Цей метод відтворення поверхні є доцільнішим порівняно з регулярною сіткою висотних точок (GRID), оскільки потрібно передати детально сам кар'єр, де поверхня має різкі схили, й менш детально за його межами – там, де поверхня рівнинна і не має крутих перепадів рельєфу. Просторову модель кар'єру зображено на рис. 4.

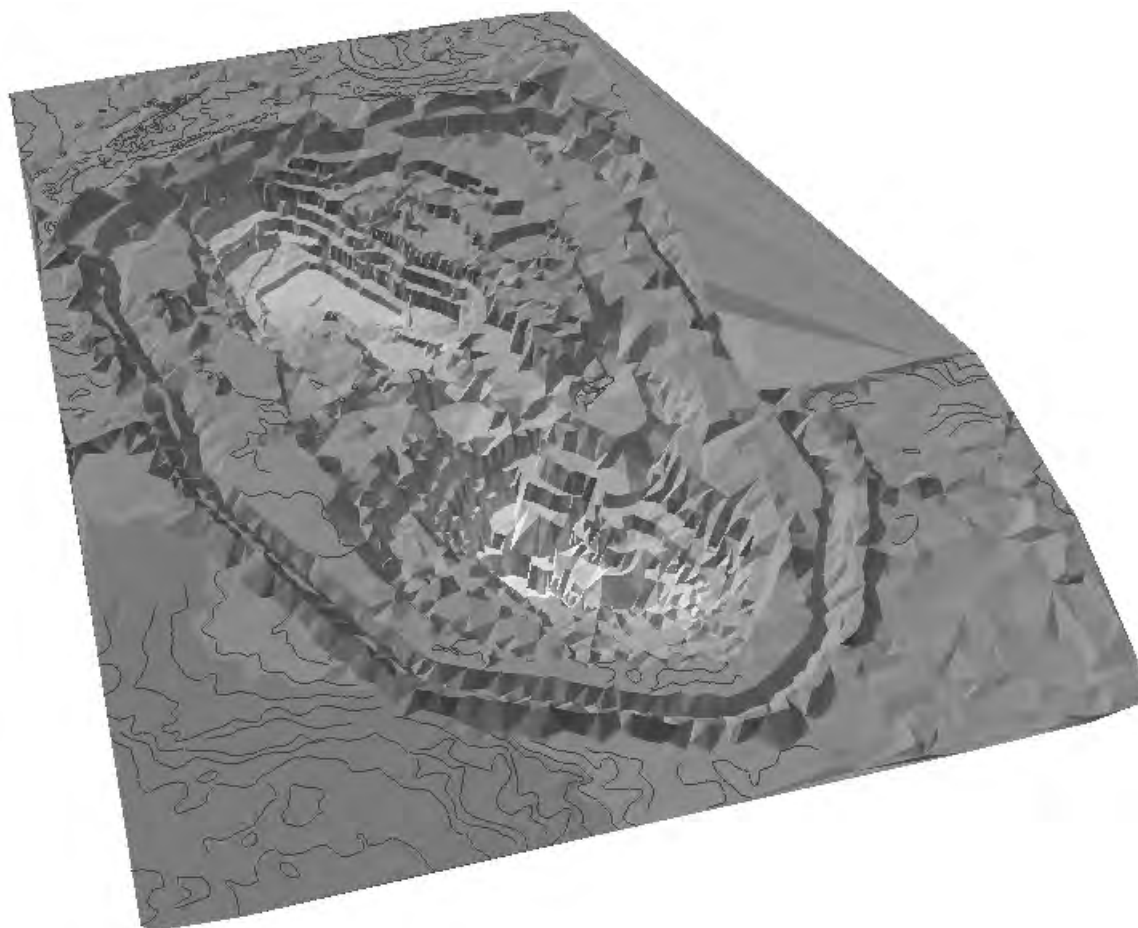


Рис. 4. Зображення цифрової моделі рельєфу Домбровського кар'єру

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Результатом виконаних робіт є створена в середовищі геоінформаційної системи ArcGis цифрова модель рельєфу території Домбровського кар'єру станом на 2006 рік.

Згодом цю модель можна доповнити ситуаційною складовою та актуалізувати, використовуючи дані дистанційного зондування (космічне знімання, знімання з безпілотних літальних

апаратів, лазерне аеро- чи наземне сканування). Для прогнозування динаміки змін на кар'єрі і прилеглих територіях, залежно від зовнішніх чинників, необхідно наповнити модель галузевою графічно-описовою інформацією (геологічна структура, хімічний склад води на різній глибині, розташування захоронень небезпечних речовин тощо).

1. Головчак В.Ф. Стан гірничопромислових геокомплексів калуш-голинського родовища калійних солей та заходи для їх екологічної оптимізації // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. – 2010. – №2. – С. 4–13. 2. Долін В.В., Яковлев С.О., Кузьменко Е.Д., Бараненко Б.Т. Прогнозування екогідрогеохімічної ситуації при затопленні Домбровського кар'єру калійних руд. // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. – 2010. – №1. – С. 74–87. 3. Домбровський кар'єр – бомба сповільненої дії. <http://eco-ua.org> 4. Домбровський кар'єр – екологічне лихо Прикарпаття. <http://zik.ua/ua/news/> 5. Кузьменко Е., Багрій С. Геолого-геофізична характеристика калуш-голинського родовища калійної солі. // *"Геофізичні методи дослідження проблем довкілля"*. – 2010. – №1. – С. 147–152. 6. Пілянська О.У Домбровському кар'єрі «зашкалює» від ртуті і гексахлорбензолу // *«Вікна»*. Інформаційно-рекламна газета Калущини. – 2013. №3 (547). – С. 2. 7. Протокол виїзного засідання міжвідомчої робочої групи з вивчення ситуації, що склалася на полігоні токсичних відходів ТОВ «Оріана-Галев» і у Домбровському кар'єрі від 07 грудня 2011 року в м. Калуш Івано-Франківська обл. 8. Світличний О.О., Плотницький С.В. *Основи геоінформатики: Навчальний посібник*. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – С. 219–227. 9. Семчук Я.М. Савчук Л.Я. *Екологічні проблеми калуського гірничопромислового регіону та шляхи їх вирішення // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. – 2010. – №1. – С. 64–69. 10. <http://uk.wikipedia.org/wiki/> 11. <http://www.bing.com/maps/> 12. <http://www.earth.google.com>.