

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ КРИТЕРІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-РЕСУРСНОЇ МОДЕЛІ АНТРОПОГЕННИХ ФОРМ РЕЛЬЄФУ КРИВБАСУ

© М.Є. Агаджанов, 2010

*Криворізький відділ проблем екологічної геології та розробки рудних родовищ  
ДНУ ВМГОР НАН України, Кривий Ріг, Україна*

Discussed in the article are the advantages and disadvantages of principally different information-descriptive models of Krivbass geological environment: industrial and ecological-geological models. How the existing man-made land forms of Krivbass can be defined? What are the criteria of their definition? Proposed in the paper are the criteria that should be considered in making of information-resource models of Krivbass iron ore basin. Those are: landscape atypicalness, heterogeneity structure and time factor.

**Keywords:** criteria, geoinformatics, man-made land forms, methods, modeling, geological environment, Krivbass.

Сучасна геологічна наука має досить глибокі уявлення про геологічну будову Криворізького залізорудного родовища. Пошлемося лише на дві праці, що стали класичними [2, 7]. Не менш детально вивчено ландшафти Криворіжжя [3, 9, 10, 12, 16, 19]. З точки зору геоінформатики, їх можна віднести до типу інформаційно-описових моделей геологічного середовища Криворізького залізорудного басейну [8].

Особливе місце у геологічному середовищі належить новим, антропогенним, формам рельєфу, що виникли внаслідок масштабних розробок залізорудних покладів упродовж останніх 125 років, – кар’ерам, відвалам, шламосховищам, зонам зсуву та обвалення. Маркшейдерські служби гірничодобувних підприємств постійно проводять опис цих технологічних об’єктів і спостереження за ними, використовуючи сучасні геоінформаційні технології. Зрозуміло, що такі методи орієнтовані на виробничі потреби підприємств: поточний обрахунок обсягів порід розкриття, “пустих” порід і залізорудної сирови-

ни; геометричних розмірів відвалів і кар’ерів, площі поверхні, де поширені процеси обвалення та зсуву. Останнім часом нові, техногенні, форми рельєфу, які виникли у Кривбасі та в інших центрах видобутку мінеральних ресурсів, стали об’єктами дослідження екологічної геології, що пов’язане із значними розмірами цих форм та їх впливом на навколишнє середовище [10, 15].

У Криворізькому залізорудному басейні за час видобування залізної руди із літосфери було вилучено та переміщено на поверхні близько 50 млрд т гірських порід загальним об’ємом до 17 км<sup>3</sup>. Частина з них відправлено на металургійну переробку. Більшість залишилась на поверхні у вигляді відвалів, шламосховищ, відпрацьованого простору (кар’ери); особливим штучним утворенням є зони обвалення та зсуву (див. таблицю).

Гірничодобувні роботи протягом понад 125 років зумовили створення нових ландшафтів, характерних швидше для ландшафтів Кримського передгір’я, ніж північного та середнього степу. Перепади висот відвал–кар’ер на сьогодні станов-

*Параметри техногенних об’єктів Кривбасу (за станом на 2007 р.) [10]*

Антропогенні форми рельєфу	Довжина – ширина (середнє), км	Висота/глибина*, м	Загальна площа, км <sup>2</sup>	Об’єм, млрд м <sup>3</sup>	Маса, млрд т
Кар’ери	1,2–7,5	До 400	48–52	4,5–4,8	–
Відвали	4,5×1,2	До 90	64–72	8,0–8,7	14,0–18,5
Шламосховища	3,2×2,0	До 70	85–90	4,2–4,4	3,4–3,8**
Зони обвалення та зсуву	0,5–4,3	1300	23–26	15–17	42–49
У сь о г о			220–240	31,7–34,9	59,4–71,3

\* Від рівня поверхні. \*\*Маса шламів.

лять 460–490 м і мають тенденцію до зростання. Ділянки з рослинністю, притаманною сухим південним степам, межують із перезволоженими, заболоченими територіями навколо шламосховищ і великих відвалів. Значних змін зазнала орографічна мережа: зникли десятки балок, що підживлювали річки регіону. Річки мають техногенно змінені річища. Підкреслимо, що на території понад 500 км<sup>2</sup> виникла нова просторова послідовність геосистем. Геобіоценози характеризуються мозаїчністю. Зміна рельєфу вплинула на видовий склад флори та фауни Криворіжжя. У регіоні з'явилися нові види рослин і тварин, що не є звичайними для зони середніх степів. Тому регіон, який за географічними ознаками упевнено зараховували до середніх степів, набув риси ландшафтно-хиткості й атиповості. Антропогенні форми рельєфу у техногенному ландшафті відіграють засадничу роль, оскільки формують нову просторову послідовність геосистем, сприяють мозаїчності ландшафту. Детально зміни ландшафту розглянуто у публікаціях [9, 10, 18].

Існуючий антропогенний ландшафт Кривбасу *висуває проблему* визначення та класифікації техногенних форм рельєфу. Якщо це технологічні споруди, то цілком достатніми є підходи, які застосовують маркшейдери. Тоді такі технологічні споруди можна не брати до уваги в екологічних і геоморфологічних описах поверхні регіону. Якщо йдеться про нові об'єкти природи техногенного походження, то виникає потреба у специфічних критеріях, які вирізняють їх поміж природних, традиційних форм рельєфу. Від цього значною мірою залежить, за якими методологічними засадами і критеріями формувати геоінформаційні моделі гірничодобувних регіонів з масштабними розробками покладів та давньою історією видобутку.

Тому *метою* цієї статті є визначення статусу нових техногенних форм рельєфу та їхніх характерних ознак для формування критеріїв, які слід ураховувати під час побудови геоінформаційних моделей.

Наведені вище особливості техногенного ландшафту Кривбасу та аналіз викладених фактів [9, 10] скиляє нас до думки, що важливою якісною характеристикою гірничодобувних регіонів є атиповість ландшафту. Тому нижче запропоновано внести до переліку критеріїв, що визначають специфіку інформаційно-ресурсних моделей гірничодобувного регіону, *атиповість ландшафту*.

Одна з найхарактерніших форм техногенного рельєфу – відвали. Кількість великих відвалів у Кривбасі, за нашими даними, – 20. Рис. 1 ілюструє поширеність нових форм рельєфу у Кривбасі (не показані відносно невеликі відвали й кар'єри з видобутку багатих залізних руд). Загальна площа відвалів перевищує 70 км<sup>2</sup> – 30 % площі, що займають усі техногенні форми рельєфу.

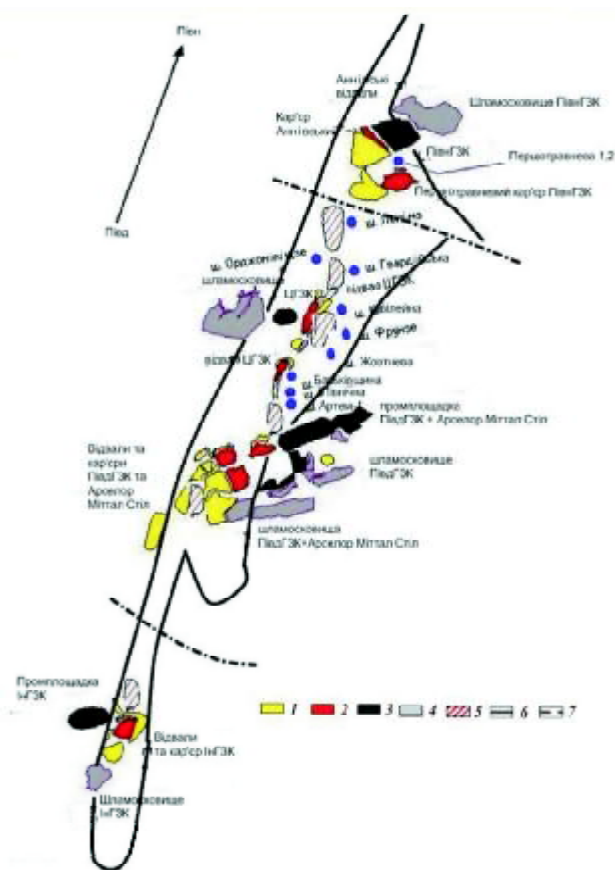


Рис. 1. Еколого-геологічна карта-схема Криворізького залізорудного басейну. Склали: Агаджанов М.Е., Аксьом О.М., Коржнев М.М., Малахов І.М.: 1 – відвали; 2 – кар'єри; 3 – промплощадка; 4 – шламосховища; 5 – зони обвалення та зсуву; 6 – контури залізисто-крем'янистої формації; 7 – дайки

Згідно з даними таблиці, за геометричними параметрами нові антропогенні форми рельєфу можна порівняти з морфоструктурами, у відповідності до визначення у словнику [6]. Це засвідчує також строкатий, неоднорідний літологічний та петрографічний склад техногенних форм рельєфу. Порооди, з яких складені відвали, дамби шламосховищ й шлами в них, подрібнені. Гранулометричний склад порід змінюється від зерен розміром 0,01 мм до брил розміром до 1,5 м. Відвали мають неоднорідну структуру, що вирізняє їх серед природних геологічних структур літосфери. Водночас природні геологічні об'єкти Кривбасу мають досить однорідну структуру з певним порядком чергування окремих шарів порід, характерним для залізисто-крем'янистих структур на планеті, які виникли понад 1 млрд років і тому зазнали певної геологічної еволюції.

Відвали, кар'єри, зони обвалення і зсуву, шламосховища, з погляду геоморфології, репрезентовані двома типами рельєфу: денудаційним – кар'єри та зони обвалення і зсуву; акумулятивним – відвали та шламосховища [9, 11]. Отже, процеси денудації надр (розвиток кар'єрів і зон обвалення) супроводжуються утворенням акумулятивних техногенних форм (рис. 2).

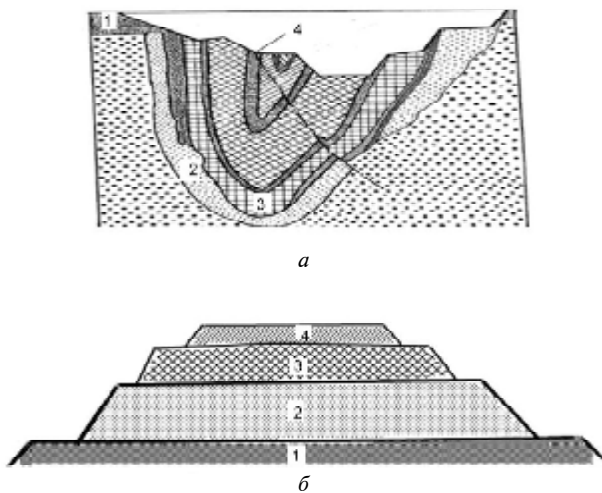


Рис. 2. Схема переміщення геологічних шарів у результаті проведення гірничодобувних порід у Кривбасі: *а* – кар'єр; *б* – відвал; 1 – суглинки, глини, глинисто-піщані суміші; 2 – вапняки; 3 – сланці; 4 – малорудні та окиснені кварцити

У такій картині техногенного літогенезу ми вбачаємо певну подібність до тектонічних процесів, зумовлених ендегенними силами: утворення вулканічних формацій, тектонічних порушень, наслідки землетрусів. За такою аналогією, кар'єри нагадують за формою кальдери. Однак походження їх, звичайно, техногенне<sup>1</sup>. Породи верхньої частини земної кори, на місці яких утворена техногенна кальдера, здебільшого переміщені до відвалів і шламосховищ.

Пустоти, що виникли під земною поверхнею внаслідок підземного видобутку залізних руд, з часом, під дією природних сил гравітації, в результаті спеціальних технологічних заходів, є у породах висячого та частково лежачого боків покладу. На поверхні утворюються воронки розмірами від десятків до сотень метрів. Навкруги воронки виникає терасування поверхні. В цілому ці нові форми рельєфу утворюють провальні зони та зони зсуву (див. таблицю). Усі розглянуті зміни рельєфу зумовлені техногенними силами. Вони є наслідками роботи гірничих машин. Вплив техногенних сил на ландшафти та літосферу викладено у праці [11].

Акумулятивні об'єкти складені з порід верхньої частини земної кори. До техногенного втручання в літосферу вони були природними складовими криворізько-кременчуцької залізисто-крем'янистої формації (рис. 2, б). За декілька десятків років ці породи були вилучені з глибин перші десятки метрів – понад 1000 м. Техногенні денудаційні форми рельєфу виникли через вилучення з надр і переміщення в акумулятивні форми порід згаданої формації, подібно до того як це відбувається за ендегенних природних процесів (рис. 2, б).

<sup>1</sup> Зрозуміло, що такі порівняння досить умовні і не відповідають повністю тлумаченням, наведеним у словнику [6]. Проте існують техногенні форми рельєфу, які потрібно якось характеризувати. Ситуація спонукає шукати аналогії в ustalених термінах, які характеризують природні об'єкти. Детально це питання обговорено у працях [10, 11].

<sup>2</sup> На існування “нової геологічної сили” в історії Землі свого часу вказував В.І. Вернадський [5].

Відвал переважно будують насипанням шарів розкривних порід один на інший або пухких і скельних порід поруч. Так має бути і так було 10–20 років тому, коли у гірничодобувних підприємств були вільні земельні ділянки, відведені під насипання відвалів. Нині таких ділянок обмаль. З одного боку гірничі відводи межують з приватними землями сільськогосподарського призначення, з іншого – до них впритул підступає селітебна зона Кривого Рогу (див. рис. 1). Гірничодобувні підприємства намагаються використовувати старі відвали, складені з порід розкриву (суглинки, сланці, вапняки, пісковики). На них зверху нашаровують кристалічні породи (амфіболіти, залізні кварцити, магнетити, сланці), що збільшує їх розміри, масу й, відповідно, тиск на земну поверхню. Утворюються змішані типи відвалів, де не завжди можна відслідковувати розташування техногенних шарів порід. Таким чином, характерною ознакою нових антропогенних форм рельєфу є те, що вони складені із криворізької серії та перекиривних осадових відкладів з неоднорідним розміщенням шарів. Подрібнена маса цих шарів має строкатий петрографічний і гранулометричний склад. Зазначене можна використовувати як характерний критерій для побудови ресурсно-інформаційних моделей регіону.

Сили, під дією яких здійснюються такі переміщення порід, мають різну природу й поширені на досить великій території (рис. 1). Ці переміщення насамперед пов'язані з величиною сили й характером її “застосування”. Природа таких сил виявляється в тому, що антропогенні форми рельєфу могли виникнути лише внаслідок дії техногенних сил у верхній частині земної кори<sup>2</sup> [11]. На поверхні та всередині нових, антропогенних, форм рельєфу відбуваються геологічні процеси, що вимірюються уже в шкалах геологічного часу. Проте час виникнення таких форм, за геологічними мірками, є миттєвим. Утворення об'єктів з розмірами, що зазначені у таблиці, під впливом природних процесів потребує сотень тисяч років. Однак і кар'єри, і відвали Криворізького басейну сформовані щонайбільше як за 100 років. Це суттєво виділяє їх із природних форм рельєфу.

Тому ми вважаємо, що розглянуті нові, антропогенні, форми рельєфу є геологічними об'єктами. Важко не погодитися, що ці об'єкти існують набагато більше, ніж термін розробки покладу.

Наведемо еколого-геологічний опис відвалу 1 ГЗК “Арселор Міттал Стіл” (рис. 3) як приклад інформаційно-описових моделей.

**Топографічна прив'язка.** Відвал розташований у південному промисловому вузлі, на правому березі р. Інгулець, у 2 км на південний захід від

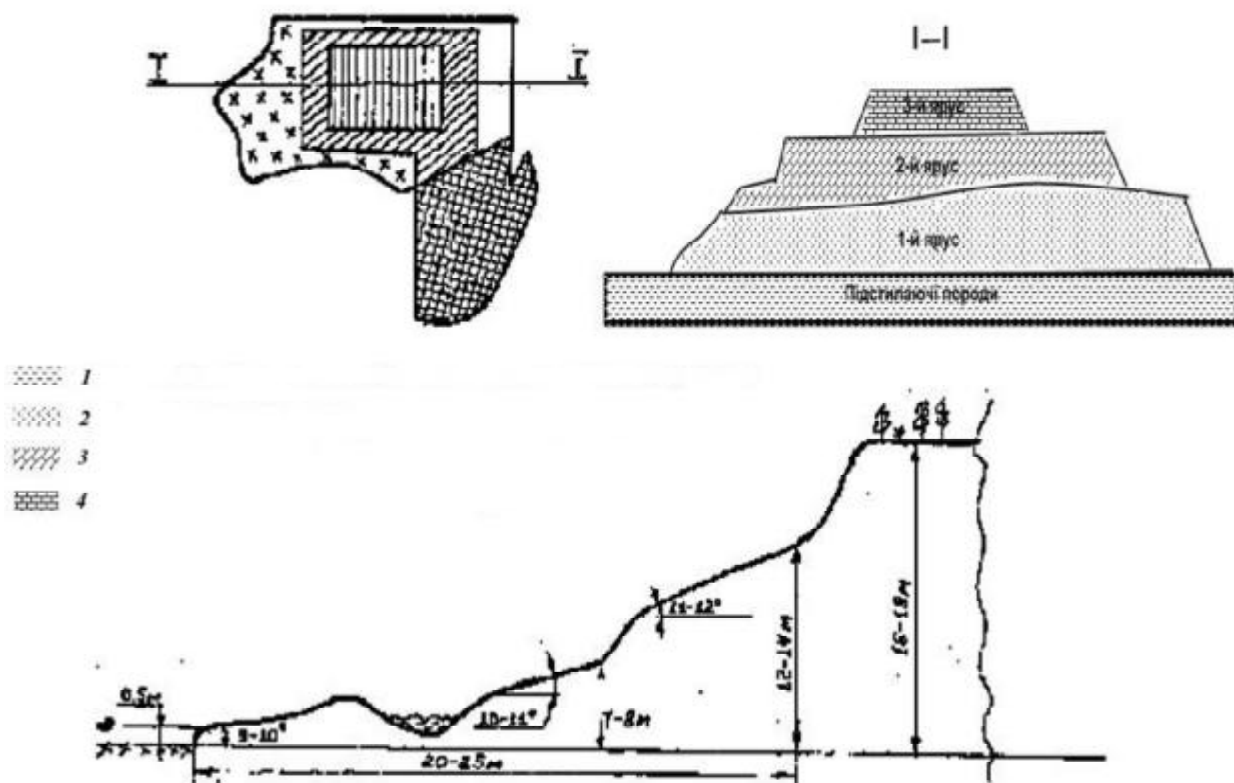


Рис. 3. Схема відвалу 1 ГЗК "Арселор Міттал Стіл": 1 – породи дніпровського гранітоїдного комплексу, перекриті осадовими породами; 2 – осадові породи (суглинки, червоно-бурі глини, глинисто-охристі сланцеві різновиди); 3 – осадові породи та метаморфічні породи залізорудної формації; 4 – глинисто-охристі різновиди кори вивітрювання, малорудні кварцити

залізничної станції Кривий Ріг-Західна, на відстані 550–700 м на захід від кар'єру 3. На півдні й південному сході відвал околтурений залізницею, по якій породи розкриву з кар'єрів 2 і 3 вивозять на відвали шахти "Нова" й відвали 2, 3. Західний борт відвалу межує із дачним селищем.

**Геоморфологічні особливості.** У плані відвал має трапецієподібну форму із прямокутним відростком у південній частині (рис. 3), складається з чотирьох ярусів. У цілому споруда являє собою східчасте спорудження із спіральним підніманням до вершини. Поверхня відвалу нерівна, нерівності до 1,3 м. Розміри відвалу, м: довжина 1200–1250; ширина 850–1000. Південна частина відвалу – видовжений насип в один ярус: довжина 700 м, ширина 100 м; висота 50–55 м. Тerasи й уступи у північній частині покриті шаром суглинків до 40 см. Кут нахилу схилів 34°–38°.

**Геологічний опис.** Більша частина відвалу розташована на породах дніпровського гранітоїдного комплексу, перекритих породами осадового чохла (глини червоно-бурі й суглинки сірі й бурі потужністю 8–12 м). Через східну частину відвалу, приблизно по лінії одноярусного насипу, що продовжує відвал на південь, проходить глибинний Криворізько-Кременчуцький тектонічний розлом. Частина відвалу східніше розлому під осадовими

породами контактує з породами верхньої частини саксаганської світи.

**Мінерально-петрографічний склад.** Відвал складається із двох частин. Північна представлена осадовими породами (суглинки, червоно-бурі глини, глинисто-охристі сланцеві різновиди). Частково у другому ярусі вони перемішані з метаморфічними породами залізорудної формації. Третій ярус складений шаром червоних і червоно-бурих глин та глинисто-охристих різновидів кори вивітрювання, поверх яких насипані магнетит-силікат-карбонатні й гематит-силікат-карбонатні малорудні кварцити. Поверхня складена кварц-біотитовими, біотитовими, кварц-хлорит-амфіболітовими сланцями. Скельні породи не вивітрені, міцні.

**Розвиток екзогенних процесів.** Осадові породи основи відвалу й першого ярусу в західній частині утворюють водотривкий шар, що сприяє збереженню вологи.

Кристалічні породи, що розміщуються на верхніх ярусах і у південній частині, відіграють роль конденсаторів атмосферної вологи, за аналогією із системами збору води в горах Криму і формуванням водоносного горизонту вище рівня природного рельєфу. Довжина західного схилу близько 1000 м. Майже 700 м 1-го й 2-го ярусів деформовані, обпливли, висунуті на захід на 14–25 м.

“Язык” наповзає на дачні ділянки. Увесь західний схил розчленований молодими ярами, вимоїнами, невеликими обваленнями, канавами. Спостерігаються зрушення, тріщини у змішаних породах відвалу (суглинок із кварцитами) на крутих, до 40°, північних схилах. Південний і південно-східні схили складаються з окиснених кварцитів.

Отже, за роки після виведення цього відвалу з технічної експлуатації відповідного підприємства (ГЗК “Арселор Міттал Стіл”) природні екзогенні та ендегенні процеси призвели до його значної деформації. У проектно-технічній документації відвали являють собою практично ідеальну систему (див. рис. 1)<sup>3</sup>. Проте вже через кілька років (можливо десятків) після створення відвалу відбувається значне відхилення від технічної норми. Вбачаємо основну причину такого становища у відсутності реальної ресурсно-інформаційної моделі відвалів, яка має враховувати вплив як техногенних процесів (наприклад, досипання відвалу), так і природних – вивітрювання, гравітаційних, сейсмічних й тектонічних.

Отже, вибір місця розташування кар’єру, відвалу чи шламосховища та технології їх створення є найважливішими питаннями щодо особливостей бачення нових техногенних форм рельєфу у контексті технології гірничих робіт [4, 17]. Для побудови подібних об’єктів дуже важливим було й залишається питання мінімізації витрат на відвальні роботи, що не завжди є кращим критерієм, якщо враховувати екологічні, посттехногенні й техноплагенні наслідки розробок. У науково-технічній літературі з гірничої справи [4, 13, 14, 17] детально розроблені й відпрацьовані на практиці алгоритми створення відвалів різних типів. Існують змістовні фізико-математичні моделі відвалів.

Як приклад розглянемо результати дослідження лівобережного відвалу ПівдГЗК (рис. 4). Геофізична та геохімічна зональність відвалу також описана у статті [13]. Установлено, що комбінації тектонічних, геоморфологічних, кліматичних, гідродинамічних, біогенних чинників відповідає певна вертикальна зональність відвалу. Фізико-хімічні й мінеральні перетворення порід відвалу також мають цілком визначену вертикальну зональність. За даними спостережень, залежно від інтенсивності прояву тих чи інших геологічних і фізико-хімічних процесів у породних відвалах можна виділити щонайменше три зони.

*Перша* – зона сучасного вивітрювання – фізичного, еолового та хімічного. Превалюють кліматичні чинники.

*Друга зона* – осадження хімічних сполук і мінеральних новоутворень під дією фільтратів, що пройшли першу зону. Гірські породи ущіль-



Рис. 4. Лівобережний відвал. Фрагмент південно-західної кінцевої частини (фото авторів)

нюються під вагою верхніх шарів, відбувається цементация хімічними сполуками тріщин і проміжків. Спостерігаються початкові стадії діагенезу. Потужність зони залежить від фізико-механічних властивостей порід, що належать до першої зони, та їхнього мінерального складу [13]. Визначним чинником, що зумовлює диференціацію зони, є час. Чим більше інтервал часу від закінчення техногенного формування морфоструктури такої структури, тим виразнішими стають межі другої зони.

*Третя зона* приурочена до підшови відвалу. Порооди максимально ущільнені, розвинені тонкі довгі пори та тріщини, де акумулюється фільтрат, збагачений рухливішими компонентами Na, K, Cl, O, CO<sub>2</sub>. Особливістю зони є перманентна взаємодія з породами підшови. З плином часу уламки метаморфічних порід криворізької серії потрапляють до верхньої частини осадового чохла, складеного суглинками та глинами плейстоцену й голоцену. Процеси взаємного проникнення підсилює фільтрація вологи повітря, що накопичується на поверхні водонепроникних глин. Інтенсивно обводнені глини витискуються у порожнини між уламками порід відвалу. Внаслідок таких процесів утворюється атектонічна осадово-техногенна брекчія з цементом вдавлювання.

Розглянутий приклад свідчить, що ці геологічні об’єкти мають неоднорідний, неструктурований мінеральний і петрографічний склад. Шари, з яких складаються нові форми рельєфу, не відповідають геологічній структурі криворізької залізисто-крем’янистої формації. В них виокремлюється нова вертикальна зональність. Інформаційно-ресурсні моделі цих об’єктів мають урахувати цю обставину як критерій структурної неоднорідності.

Зазвичай в процесі проектування кар’єрів, відвалів, шламосховищ створюють інформаційно-описові технічні моделі майбутніх об’єктів (проекти першої, другої і т. д. черги) на задалегідь

<sup>3</sup> Таку модель використали автори публікацій [8, 9] для розрахунку технологічного процесу відсіпки відвалу.

визначений час, у межах 5–15 років: згідно з нормативами, – у середньому 5–10 років, для кар'єрів – не більше 40 років. Зв'язок із геологічним середовищем здебільшого полягає в оцінці міцності ґрунтів та верхнього шару порід. Оцінка впливу на навколишнє середовище орієнтована на обмеження його забруднення. Очевидно, що нові форми рельєфу залишаються складовими техногенного ландшафту значно більший час, поза межами терміну їх експлуатації.

У роботах, присвячених технології відкритих гірничих розробок, та у нормативах на проектування у розрахункових залежностях не використовують функцію часу, що дало б змогу враховувати геодинаміку нових форм рельєфу за межами терміну дії технологічного об'єкта під впливом природних чинників. Так, у залежностях, що описують усталеність бортів кар'єрів і відвалів, фізико-механічні параметри властивостей порід мають статистичний характер. Коефіцієнт запасу усталеності бортів не залежить від часу, тобто дія природних геодинамічних процесів (водна та вітрова ерозія, тектонічні рухи, вплив атмосферних опадів та ін.) у межах функціонування технологічного об'єкта закладена у коефіцієнт запасу усталеності (міцності).

Отже, можна вважати, що до критеріїв, які відрізняють ресурсно-інформаційні моделі техногенних форм рельєфу від технологічних та еколого-геологічних описів, слід віднести фактор часу. Модель має бути динамічною.

Нині геологічне середовище Криворізького залізорудного басейну під впливом людської діяльності фактично повністю змінене, тому можна говорити про те, що відвали гірських порід (з шахт і кар'єрів), шламосховища є геологічними об'єктами, які мають бути введені в геоінформаційні моделі геологічного середовища Кривбасу. Прикладом зазначеного може бути той факт, що вік деяких відвалів Кривбасу налічує багато десятків років [1], є відвали віком понад 100 років (так звані кавальєри). Цікаво, що екзогенні та ендегенні процеси природно-техногенного походження, що проходять на уже сформованих техногенних формах рельєфу Криворіжжя, мають багато спільного із природними ендегенними та екзогенними процесами, що відбуваються чи відбувалися раніше на природних морфоструктурах, наприклад у Криму, де вони досить поширені [16].

Ці об'єкти вже давно не експлуатують, тобто неможливо створити надійну геоінформаційну модель для прогнозування стану техногенних форм рельєфу Кривбасу на термін, більший за час їх технічної експлуатації.

Слід підкреслити, що у статті розглянуто обмежений перелік штучних форм рельєфу, характерних для видобутку твердих мінеральних ре-

сурсів підземним і відкритим способом. Передусім до цього переліку зараховані відвали, кар'єри, шламосховища, зони обвалення та зсуву, що утворені штучно, а розвиваються згідно із законами природи. Тому для прогнозування еволюції цих об'єктів недостатньо лише техногенних чинників. Необхідно враховувати природні чинники навколишнього середовища. Втім на практиці створені два види окремих ресурсно-описових моделей Криворізького залізорудного басейну – геологами і гірниками. Обидва види є самодостатніми та повними, хоча мають суттєві відмінності, зумовлені метою їх створення. Нові антропогенні форми рельєфу мають бути предметом геоінформаційного опису, що дасть змогу усунути розрив між цими моделями і сприятиме переходу від описових до інформаційно-ресурсних моделей.

Розробка інформаційно-ресурсних моделей потребує змін у системі критеріїв, оскільки вона не може бути повною з позиції класичної геоморфології та екологічної геології. Недостатнім є також опис з погляду гірничої науки.

Запропоновані критерії, безумовно, не є вичерпними, проте достатніми для початку створення геоінформаційної бази даних указаних вище об'єктів.

*Ландшафтна атиповість.* Антропогенні форми рельєфу є новим ландшафтоутворювальним чинником у техногенній екосистемі Кривбасу, що принципово відрізняє регіон від типового ландшафту північних і середніх степів України.

*Структурна неоднорідність.* Нові геологічні об'єкти мають досить строкатий мінеральний і петрографічний склад. Нашарування та суміші гірських порід у відвалах не відповідають геологічній структурі криворізької залізисто-крем'янистої формації. Зазначене у комбінації з тектонічними особливостями будови підстеляючих порід, геоморфологічними, кліматичними, гідродинамічними й біогенними чинниками закладає підвалини вертикальної зональності, що стимулює виникнення інтенсивних геохімічних і геофізичних процесів у відвалах.

*Фактор часу.* Нові техногенні форми рельєфу на Криворіжжі утворились упродовж останнього століття миттєво за масштабами геологічного часу. Проте подальший розвиток відбувається у часі і просторі за законами природи, що потребує відображення цього факту в геоінформаційних моделях.

**Висновки.** За результатами досліджень, проведених у Криворізькому залізорудному басейні, нові, штучні, форми рельєфу, такі як кар'єри, шламосховища, зони зсуву й обвалення та відвали, з погляду екологічної геології, є новими геологічними об'єктами,

Аналіз літератури та первинних даних, які містять геологічні та маркшейдерські документи,

засвідчив наявність окремих еколого-геологічних і технологічних підходів до опису та моделювання змін, які відбуваються у навколишньому середовищі під впливом гірничодобувних робіт. Такі розбіжності утруднюють впорядкування описової геоінформаційної моделі Криворізького залізрудного басейну та розробку ресурсно-інформаційних моделей в подальшому. Необхідно створення геоінформаційних моделей, які б з достатньою повнотою й адекватністю відображали техногенез у навколишньому середовищі внаслідок тривалого великомасштабного видобутку залізних руд. Актуальним є пошук нових критеріїв, які характеризують техногенні зміни ландшафту і геологічного середовища. Зокрема, для нових геологічних об'єктів до комплексу існуючих критеріїв у геоінформаційних моделях, на наш погляд, слід додати такі, як ландшафтна атиповість, структурна неоднорідність (зональність), фактор часу.

Наступними кроками подальшого розвитку досліджень має бути розробка ресурсно-інформаційної моделі регіону з урахуванням визначених критеріїв.

1. Баєрій І.Д., Білоус А.М., Вілкул Ю.Г. та ін. Досвід комплексної оцінки та картографування техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська. – К.: Фенікс, 2000. – 108 с.
2. Белевцев Я.Н., Белевцев Р.Я. Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна. – Киев: Наук. думка, 1981. – 48 с.
3. Булава Л.Н. Физико-географический очерк Криворожского горнопромышленного района. – Кривой Рог: КГПИ, 1990. – 125 с.
4. Васильев М.В., Штукатуров К.М., Ткачев А.Ф. Железорудные карьеры. – М.: Недра, 1982. – 262 с.
5. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Рольф, 2002. – 576 с.
6. Геологический словарь / М.: Недра, 1973. – Т. 1. – 486 с.
7. Железисто-кремнистые формации Украинского щита / Под ред. Н.П. Семененко. – Киев: Наук. думка, 1978. – Т. 1. – 328 с.

8. Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Геоинформатика. – М.: Макс Пресс, 2001. – 349 с.
9. Казаков В.Л., Паранько У.С. Природнича географія Кривбасу. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 156 с.
10. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. – Кривий Ріг: Октан-Принт, 2003. – 252 с. – (Сер. Геологічне середовище антропогенної екосистеми).
11. Малахов І.Н. Новая геологическая сила. – Кривой Рог: Видавн. дім “Україна”, 2009. – 312 с. – (Сер. Геологічне середовище антропогенної екосистеми).
12. Натаров В.Д. Геоморфологія Криворізького залізрудного басейну // Геол. журн. – 1961. – 21, вип. 4. – С. 84–88.
13. Орлинская О.В., Терешкова О.А., Алексеев А.А. Модель физико-химических преобразований в левобережных отвалах ЮГОКа // Наук. вісн. НГУ. – 2005. – № 9. – С. 99–102.
14. Попов И.И., Окатов Р.П. Борьба с оползнями на карьерах. – М.: Недра, 1980. – 239 с.
15. Довгий С.О., Шестопалов В.М., Корженев М.М. та ін. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. – К.: Наук. думка, 2007. – 347 с.
16. Рудько Г.И., Ерыш И.Ф. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты): Монография. – К.: Задруга, 2006. – 624 с.
17. Русский И.И. Технология отвальных работ и рекультивация на карьерах. – М.: Недра, 1979. – 221 с.
18. Сметана М.Г. Рослинний покрив техногенних ландшафтів центральної та південної частини Криворіжжя // Деякі чинники техногенезу. – Кривий Ріг: Октан-Принт, 2001. – С. 123–127. – (Сер. Геологічне середовище антропогенної екосистеми).
19. Шнюков Є.Ф., Шестопалов В.М., Яковлев Є.О. Екологічна геологія. – К.: Наук. думка, 1993. – 407 с.
20. Якимчук М.А., Кулінкович А.Є. Геоінформатика: історія становлення, предмет, метод, задачі (сучасна точка зору). Ч. 1 // Геоінформатика. – 2002. – № 1. – С. 9–21.

Надійшла до редакції 20.04.2010 р.

М.Є. Агаджанов

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ КРИТЕРІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-РЕСУРСНОЇ МОДЕЛІ АНТРОПОГЕННИХ ФОРМ РЕЛЬЄФУ КРИВБАСУ

Обговорено переваги та недоліки різних інформаційно-описових моделей геологічного середовища Кривбасу – технічних та еколого-геологічних. Утворення сучасних антропогенних форм ландшафту Кривбасу висуває проблему визначення статусу нових, антропогенних, форм рельєфу та їх характерних ознак задля формування критеріїв, які слід враховувати для побудови геоінформаційних моделей. Запропоновано критерії, які слід враховувати для створення інформаційно-ресурсної моделі геологічного середовища Криворізького залізрудного басейну, – ландшафтну атиповість, структурну неоднорідність та фактор часу.

**Ключові слова:** критерії, геоінформатика, антропогенні форми рельєфу, методи, моделювання, геологічне середовище, Кривбас.

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ КРИТЕРИИ ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНОЙ  
МОДЕЛИ АНТРОПОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА КРИВБАССА**

Обсуждены преимущества и недостатки разных информационно-описательных моделей геологической среды Кривбасса – технических и эколого-геологических моделей. Образование современных антропогенных форм ландшафта Кривбасса выдвигает проблему определения статуса новых, антропогенных, форм рельефа и их характерных признаков для формирования критериев, которые следует учитывать при развитии геоинформационных моделей. Предложены критерии, которые следует учитывать при создании информационно-ресурсной модели геологической среды Криворожского железорудного бассейна, – ландшафтная атипичность, структурная неоднородность и фактор времени.

**Ключевые слова:** критерии, геоинформатика, антропогенные формы рельефа, методы, моделирование, геологическая среда, Кривбасс.