

Деструкція гірничопромислових ландшафтів The destruction of mining landscapes

**Євген Іванов, Іван Ковальчук
Ievhen Ivanov, Ivan Kovalchuk**

Євген Іванов – кандидат географічних наук, доцент, докторант кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка.

Іван Ковальчук – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії та картографії Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Eugen Ivanov – candidate of geographical science, docent, doctoral student of the Department of Constructive Geography and Cartography, Ivan Franko National University of L'viv.

Ivan Kovalchuk – doctor of geographical science, professor, head of the Department of Geodesy and Cartography, National University of bioresources and nature use of Ukraine.

Анотація. Розглянуто актуальні питання деструкції гірничопромислових ландшафтних систем. Акцентовано увагу на проблемах наукової термінології, зокрема на співвідношенні понять деструкції і деградації гірничопромислових геосистем. Охарактеризовано прояв деструктивних процесів та явищ в межах постмайнінгових ландшафтних систем. При цьому виявлено співвідношення і переважаючий напрямок основних видів міграційних потоків. Проаналізовано особливості зникнення і смерті кар'єрів, відвалів, відстійників, хвостосховищ та інших гірничопромислових територій та об'єктів. Існує три варіанти зникнення геосистем, які умовно називає розчиненням, перекриванням і заміщенням місця ландшафту. Про появу нових геосистем на місці

гірничопромислових ландшафтів може свідчити зміна її господарського чи функціонального призначення. На основі аналізу деструктивних процесів та явищ, розглянуто варіанти ліквідації гірничовидобувних підприємств, запропоновано підходи щодо оптимізації постмайнінгових геосистем. Напрям оптимізаційних робіт (рекультивация чи ревіталізація) слід визначати для різних районів розроблення корисних копалин з урахуванням інтенсивності прояву деструктивних процесів та явищ, природно-географічних та соціально-економічних умов регіону.

Ключові слова: деструкція, деградація, гірничопромислова ландшафт, постмайнінговий ландшафт, ревіталізація, оптимізація.

Abstract. In the article considered actual questions of mining landscape systems destruction. Accented attention on problems of scientific terminology, in particular on interrelation of destruction and degradation of mining geosystems definitions. Also, characterize display of destructive processes and phenomena within post-mining landscape systems. After research found interrelation and dominant direction of migration flows main kinds. Analyzed features of quarries dumps, septic tanks, tailings and other mining areas and objects disappearance and death. Exist three variants of geosystems disappearance conventionally called dissolution, overlap and substitution of landscape place. The appearance of new geosystems on-site mining landscapes may indicate a change of the economic or functional purposes. Based on analysis of destructive processes and phenomena discussed options for liquidation of mining companies, suggested approaches for optimizing post-mining geosystems. Direction of optimization works (recultivation or revitalization) should be defining for different mineral resources development areas on basis of display intensity of destructive processes and phenomena, natural geographic and socio-economic conditions of the region.

Key words: destruction, degradation, mining landscape, post-mining landscape, revitalization, optimization.

Актуальність поставленої проблеми. Видобування і збагачення корисних копалин призводить до виникнення гірничопромислових ландшафтних систем. При цьому часто використовують поняття “гірничопромисловий ландшафт” без означення морфологічної прив’язки, лише зазначаючи, що це ландшафтна система (геосистема),

що виникла внаслідок гірничовидобувного використання території. Ці геосистеми відносять до класу антропогенних й вважають, що вони є неповними, тобто у них відсутні окремі складові, наприклад ґрунти чи рослинний покрив. Головна їхня відмінність від антропогенно-модифікованих ландшафтних систем, які лише змінені людиною, полягає у способі виникнення. Його суть зводиться до знищення існуючих до початку розроблення корисних копалин природних геосистем та виникнення на їх місці гірничопромислових. Найчастіше такі ландшафтні системи нестійкі у просторі і часі, мають яскраво виражений прояв спектру деструктивних процесів та явищ. Тому з метою захисту гірничопромислових ландшафтів від закономірних руйнівних процесів та підтримання у робочому стані кар'єру, відвалу, хвостосховища чи інших техногенних геосистем, працівники постійно докладають чимало зусиль. Ситуація докорінно змінюється після закриття гірничих підприємств. Після рекультивації або у процесі саморегуляції гірничопромислові геосистеми отримують новий вигляд, близький до природного, та інший господарський статус. Цей процес супроводжується деструктивними змінами їх структури та взаємозв'язків із оточуючим природним середовищем. Цей аспект “життя” техногенних геосистем залишається недостатньо вивченим. Тому спробуємо дослідити питання деструкції гірничопромислових геосистем на різних стадіях їхнього розвитку з позицій ландшафтознавства і конструктивної географії.

Метою роботи є аналіз деструктивних процесів та явищ, що призводять до суттєвої трансформації і зникнення гірничопромислових ландшафтних систем.

Актуальні питання термінології. Вивчення спектру питань деструкції гірничопромислових ландшафтів потребує аналізу поняттєво-термінологічної бази. Розпочнемо аналіз із огляду поглядів на сутність гірничопромислових, гірничовидобувних і постмайнінгових ландшафтних систем з позицій розвитку в них деструктивних процесів та явищ.

Гірничопромисловими ландшафтами називаємо геосистеми, які займають простір з розробкою родовищ корисних копалин загальнодержавного значення. При цьому в їх межах проводять не лише видобування, а й збагачення та перероблення мінеральної сировини [10]. Тут сформовані антропогенні системи (копальні, кар'єри, відвали тощо) та елементи (будівлі, дороги, трубопроводи та ін.), які певним чином взаємодіють між собою і з навколишнім природним середовищем. Господарська діяльність у межах гірничопромислових територій та об'єктів призводить до суттєвої антропогенної трансформації природних та формування нових антропогенних геосистем [9].

До гірничопромислових ландшафтів відносять складні природно-техногенні системи з обмеженим періодом оптимального функціонування як господарського об'єкта. При цьому у створенні і функціонуванні системи “гірничовидобувне підприємство – природне середовище”, виділяють такі стадії [17]: 1) розвідування, проектування і будівництво підприємства; 2) оптимального функціонування підприємства із забезпеченням прибутковості розроблення корисних копалин; 3) збиткового виробництва, призупинення гірничовидобувної діяльності та ліквідації (консервації) підприємства; 4) післяліквідаційне (постмайнінгове) відновлення природного середовища.

Зауважимо також, що гірничовидобувними ландшафтами, на нашу думку, треба називати геосистеми, в межах яких розробляли, розробляють чи будуть у недалекому майбутньому (райони проведення геолого-розвідувальних робіт) розробляти родовища корисних копалин місцевого значення (переважно різної будівельної сировини, торфу, питних вод тощо) [10]. З огляду на це, не усі гірничовидобувні геосистеми вважають гірничопромисловими. Вживання терміну “гірничопромислові території” доцільне стосовно родовищ загальнодержавного значення таких корисних копалин, як кам'яне вугілля, нафта, сірка, солі та низки інших, де одночасно проводиться видобування, збагачення і перероблення цієї мінеральної сировини. Для гірничопромислових ландшафтних систем властиві деструкційні зміни їхньої структури.

Після завершення розроблення корисних копалин і закриття підприємств, на місці створених і керованих людиною гірничопромислових територій та об'єктів, виникають постмайнінгові ландшафти (як тип гірничопромислових геосистем), які формуються в межах ліквідованих кар'єрів, відвалів, відстійників тощо. На цьому етапі ландшафтні системи вже неконтрольовані працівниками гірничовидобувних і гірничозбагачувальних підприємств, що зумовлює активізацію деструктивних процесів та явищ. Під постмайнінговими геосистемами слід розуміти як рекультивовані, так і “закинуті” ландшафтні утворення.

Для гірничопромислових ландшафтів характерні аномально швидкі зміни структурної організації і міжсистемних взаємозв'язків, завдяки чому виникають нові феномени реакції ландшафтних систем на зовнішні впливи і формуються непрогнозовані тренди розвитку природного середовища, які здебільшого зумовлені деструкцією геосистем. Загалом, такі природно-техногенні системи дуже складні, а їх характеристики завжди носять стохастичний характер. Тому прогнози процесів формування, розвитку, деструкції і зникнення ландшафтних систем носять

ймовірнісний характер і повинні уточнюватися за результатами ландшафтно-екологічного моніторингу.

Деструкцією (від лат. *destruction* – руйнування) ландшафтних систем називають сукупність процесів порушення чи руйнування їхньої структури та взаємозв'язків між елементами й оточуючими геосистемами. Деструкція є центральним поняттям фундаментальної онтології М. Гайдегера. Це поняття використовують у протиположному методу феноменологічної редукції (від лат. *reductio* – повернення, відновлення) – процесу або дії, що призводить до зменшення, послаблення або спрощення чогось, іноді аж до повної втрати об'єктів чи ознак. При цьому, деструкція коригує редуктивну конструкцію ландшафтних систем, призводить до порушення їх структури і стійкості під впливом природних або антропогенних чинників [12]. У літературі зустрічається невдалий термін “деструкційне забруднення” (варто говорити про деструктивну трансформацію), під яким розуміють кар'єрне розроблення корисних копалин, урбанізацію, будівництво доріг, порушення водостоку, ерозію ґрунтів тощо, тобто сукупність деструктивних процесів та явищ, що призводять до зміни геосистем у процесі перетворення природи людиною.

Нерідко, поняття “деструкція” підміняють подібним (на перший погляд) поняттям – “деградація”. *Деградацією* (від лат. *degradatio* – опускатися на нижній щабель, виродження) ландшафтних систем називають сукупність процесів поступового природного або антропогенного погіршення стану, спрощення структури геосистеми чи зниження її господарського, екологічного та естетичного потенціалу, аж до перетворення його на примітивне геопросторове утворення (бед-ленд). До головних ознак деградації відносимо спрощення структури геосистем, посилення активності прояву небезпечних екзогенних процесів та антропогенне забруднення. На відміну від поступових, повільних деградаційних процесів та явищ, деструкція може розвиватися спонтанно, дуже швидкими темпами. Іншою відмінністю порівняно із деградацією геосистем є незворотність деструктивних змін, які призводять до зникнення ландшафтних систем.

Деградаційні процеси та явища негативно позначаються насамперед на вразливих складових геосистем: поверхневих і підземних водах, рослинності, ґрунтах, а в кінцевому результаті – і на ландшафтному різноманітті. У свою чергу, деструкція геосистем торкається їхньої геолого-геоморфологічної основи, формує нові геологічні відклади і форми рельєфу. Особливістю деградації геосистем є ланцюгове поширення негативних змін їхніх складових за межі первинних осередків, якими виступають

гірничопромислові об'єкти (кар'єри, відвали, відстійники тощо). Внаслідок деградації знижується здатність геосистем підтримувати стабільність власного існування, що може призвести до їх подальшої деструкції.

Деструктивні процеси та явища у гірничопромислових ландшафтах. Функціонування гірничопромислових територій та об'єктів нерозривно пов'язане з проявом деструктивних процесів та явищ. Від моменту закладання кар'єру чи відвалу розпочинають діяти сили, спрямовані на їх руйнування, активізуються небезпечні для діяльності об'єктів і життя працівників ендегенні та екзогенні чинники як техногенного, так й природного генезису. Причиною активізації деструктивних процесів є не стільки саме формування цих об'єктів, скільки недотримання технологій їх проектування, будівництва та експлуатації, а також всього комплексу природоохоронних заходів, у т. ч. рекультивації, меліорації, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття.

Загалом, гірничовидобувна і гірничозбагачувальна діяльність активізує прояв деструктивних процесів у навколишньому природному середовищі, величина і тип яких є мірилом шкідливості проведеної діяльності для усіх складових геосистеми. Наслідки можуть мати різний характер і розміри – від цілковитого руйнування складових природного середовища та оточуючих природно-господарських систем, аж до створення небезпеки для життя людини. Шкідливість наслідків цієї діяльності оцінюється величиною пошкодження і забруднення складових довкілля та аналізу впливу цих змін на стан здоров'я чи умови проживання людини.

Незважаючи на керованість геотехнічних систем, в них неодноразово виникають надзвичайні аварійні і навіть катастрофічні ситуації, які призводять до людських жертв, руйнування чи втрати гірничовидобувного підприємства і господарського майна, трансформації і забруднення природного середовища. Варто згадати прорив дамби Стебницького хвостосховища, що завдало шкоди довкіллю у басейні Дністра; карстові провали, пов'язані із розробленням покладів калійних солей і самородної сірки та небезпекою для жителів Калуша, Стебника, Солотвина, Шкла та інших навколишніх населених пунктів; техногенні повені і паводки у районі видобування кам'яного вугілля (села Сілець і Межиріччя Сокальського району). Загалом, надзвичайні ситуації на гірничопромислових підприємствах стаються досить регулярно. Це і пожежі у підземних виробках шахт, на свердловинах і трубопроводах; горіння териконів і відвалів; руйнування будівель і споруд; прояви карстопровальних, суфозійних, зсувних, селевих і паводкових процесів. Такі аварійні ситуації суттєво впливають на розвиток і

функціонування гірничопромислових територій та об'єктів, нерідко призводять до збитковості, а невдовзі й закриття гірничовидобувних і гірничозбагачувальних підприємств.

Негативні наслідки прояву деструктивних процесів та явищ призводять до втрат природних ресурсів (мінерально-сировинних, земельних, водних тощо). Їх оцінка можлива за результатами ландшафтно-екологічного моніторингу. У свою чергу, прогнозування наслідків деструкції, які появляться у майбутньому, але відсутні сьогодні, слід розглядати як потенційні втрати або екологічні ризики. Екологічний ризик представляє надзвичайну ситуацію у природному середовищі, коли за певних умов можливе виникнення деструктивних чинників, здатних призвести до одного чи сукупності наслідків, небажаних для людини і довкілля. Методи оцінювання екологічних ризиків не передбачають розрахунку обсягів існуючих втрат, а визначають ймовірність появи надзвичайної ситуації в межах певної гірничопромислової геосистеми.

Складні деструктивні зміни у природному середовищі гірничопромислових територій часто зумовлюються накопиченням гірничопромислових відходів. Ці відходи впливають на стан ландшафтних систем через власний хімічний і мінералогічний склад, фізичні властивості, спосіб формування й обсяги, площу сховища. Чітко виділяють два основні ризики, які несуть об'єкти накопичення небезпечних відходів. Першою загрозою є нестабільність дамб сховищ або звалищ, а другою – антропогенне забруднення через інфільтрацію токсичних речовин. Загалом, основними екологічними ризиками, які слід розглядати на стадії завершення експлуатації родовищ корисних копалин, вважаємо геохімічне і радіоактивне забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів та порушення стійкості гірничопромислових ландшафтів небезпечними ендо- та екзогенними процесами.

Головною рушійною силою у деструкції гірничопромислових ландшафтів виступає денудація їхніх поверхонь. *Денудація* (від лат. *denudatio* – оголюю, розкриваю) цих ландшафтів здійснюється сукупністю процесів руйнування гірських порід або відкладів водою і вітром та перенесення продуктів руйнування на нижчі рівні чи оточуючі поверхні, де вони нагромаджуються. Інтенсивність денудації визначається силою гравітації, дія якої виявляється як безпосередньо у вигляді обвалів, каменепадів чи зсувів, так й опосередковано – під впливом води і вітру (ерозійні, карстові, абразійні та інші процеси). Внаслідок денудації рельєф постмайнінгових геосистем поступово вирівнюється, утворюються горбисті, а потім й горбисто-рівнинні чи навіть рівнинні

поверхні. Особливо чітко відмінності у формах рельєфу відвалів, кар'єрів чи відстійників виявляють на стадіях їх виникнення (зародження), молодості, зрілості, старості, дряхлості і зникнення (рис. 1). Вони мають власну специфіку, яка пов'язана із особливостями геологічних відкладів, морфологічної структури, гідрогеологічних умов тощо.

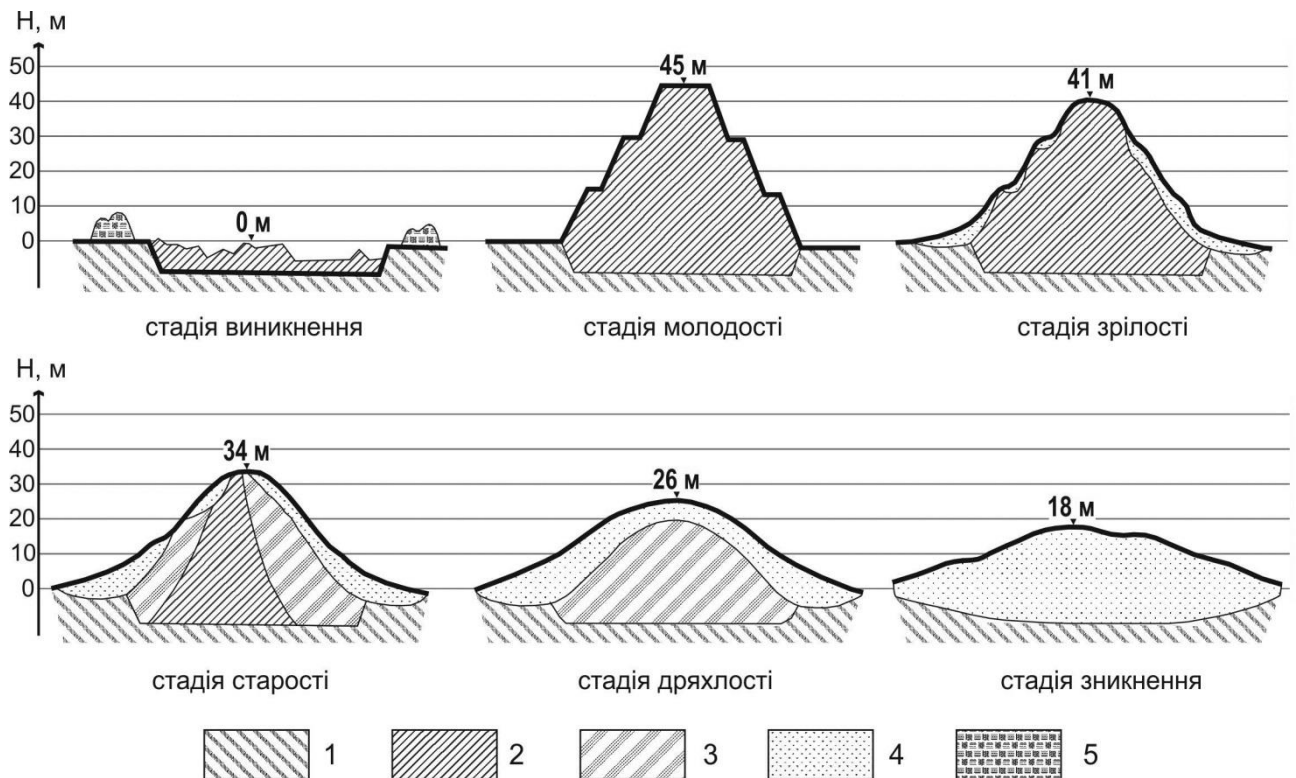


Рис. 1. Стадії денудації гірничопромислових ландшафтів
(на прикладі породного відвалу)

Умовні позначення: 1 – корінні породи; 2 – гірничі породи, відходи збагачення корисних копалин; 3 – перетворені (метаморфізовані) відклади; 4 – зденудовані відклади; 5 – насипна суміш відкладів і ґрунтів.

Водночас, денудація розкриває нові родовища чи призводить до перерозподілу корисних копалин, виникнення розсипів, покладів осадових корисних копалин. За однакового поєднання екзогенних чинників інтенсивність денудації залежить від літології постмайнінгових систем. Ендогенні чинники та антропогенна трансформація географічної обстановки можуть порушувати нормальну послідовність стадій змін форм рельєфу ландшафту. Денудаційні процеси призводять до переміщення мас і

речовини міграційними потоками та її акумуляції у понижених ділянках постмайнінгових систем.

Осередками розвитку деструктивних процесів та явищ є підземні гірничі виробки, кар'єрні виїмки, відвали, відстійники тощо. Гірничі виробки (поверхневі і підземні), штучні насипи є зонами із зміненим напружено-деформованим станом гірських порід, які можуть сприяти активізації розвитку небезпечних екзогенних процесів (карстопровальних, зсувних, затоплення та ін.). Ці процеси часто супроводжують природне самовідновлення постмайнінгових геосистем.

При аналізі спрямування розвитку деструктивних процесів та явищ в гірничопромислових ландшафтах виділяють такі міграційні потоки [10]: механічний, геохімічний (фізико-хімічний), біогенний і техногенний. Механічна міграція зумовлена переміщенням мас і речовин, яке відбувається унаслідок дії законів механіки, гідродинаміки, гравітації тощо та визначається активністю екзогенних процесів. Хімічні властивості літогенної основи гірничопромислових геосистем не мають значення і не відіграють суттєвої ролі у цих процесах. Така міграція переважно викликана механічними денудаційними процесами. Оскільки геохімічна міграція передбачає переміщення власне хімічних і радіоактивних елементів (згідно із законами фізики і хімії), то основними її механізмами є дифузія, розчинення, осадження, сорбція, десорбція та ін. Однак найскладнішим видом міграційних потоків є біогенна міграція, яка пов'язана із життєдіяльністю рослинного і тваринного світу. Вона відбувається у процесі утворення, розвитку та розкладання живої речовини (біомаси), зокрема, під час фотосинтезу, дихання, біологічного поглинання та акумуляції хімічних елементів тощо.

Проте вирішальну роль у розвитку і функціонуванні гірничопромислових геосистем на стадії їхнього формування відіграє техногенна міграція, яка відбувається у процесі гірничовидобувної діяльності людини та зумовлює значне антропогенне забруднення природного середовища. Техногенна міграція, як і природна, може бути механічною, геохімічною або біогенною. Однак техногенна міграція суттєво відрізняється від "чисто" природної. Зокрема, техногенна механічна міграція зумовлена, перш за все, переміщенням різними видами транспорту (залізничним, автомобільним, трубопроводами тощо) мас і речовини, які визначають склад літогенної основи гірничопромислової геосистеми під час її формування. Техногенна геохімічна міграція пов'язана з процесами забруднення оточуючих антропогенну систему природних геосистем.

В межах кар'єрів, відвалів, відстійників чи водосховищ співвідношення видів міграції та їхній переважаючий напрямок є різними (рис. 2). За ландшафтно-геохімічною структурою міграційні потоки поділяються на внутрішні і зовнішні та досить часто визначаються наявністю ландшафтно-геохімічних бар'єрів [11], якими виступають дамби, насипи, канали, протифільтраційні завіси тощо. Зокрема, для відвального виду гірничопромислових геосистем домінантним є відцентровий напрямок дії механічної міграції, для кар'єрного – доцентровий, а для відстійного і водосховищного – вони майже врівноважені. Зовсім інший, протилежний напрям, властивий для техногенних механічних міграційних потоків, особливо в межах відвального і кар'єрного видів гірничопромислових геосистем. На відміну від попередніх видів, геохімічна і біогенна міграція є, по суті, в усіх видах гірничопромислових ландшафтних систем односпрямованими: геохімічна – відцентровою, а біогенна – навпаки, доцентровою [10]. Подібна ситуація властива також для техногенних геохімічних міграційних потоків. Варто зазначити, що для аквального типу гірничопромислових геосистем властивий найбільш зрівноважений (стосовно більшості видів міграції) стан, що зумовлено наявністю ландшафтно-геохімічних бар'єрів у вигляді захисних дамб і насипів.

Отже, вивчення усього спектру міграційних потоків, їхніх напрямків, співвідношення у просторі і часі дозволяє краще зрозуміти особливості ландшафтної структури гірничопромислових геосистем. Активність екзогенних процесів свідчить про суттєві деструктивні зміни їхньої ландшафтної структури і виступає критерієм несприятливого стану, який може призвести до виникнення дисонансу у розвитку і навіть зникнення гірничопромислових геосистем [5]. Загалом, під дією антропогенних чинників взаємозв'язки між ландшафтними системами перестають бути зрівноваженими, стають нестійкими, що призводить до структурних змін гірничопромислової геосистеми, а її здатність забезпечувати існування і взаємодію різних підсистем та елементів суттєво знижується.

До посилення активності прояву деструкційних процесів та явищ у гірничопромислових ландшафтних систем призводить завершення розроблення корисних копалин та закриття гірничовидобувних і гірничозбагачувальних підприємств. У процесі ліквідації підприємств здійснюють демонтаж виробничого обладнання, комунікацій і техніки, перепрофілювання чи руйнування будівель і споруд, систем електро-, водо- і газопостачання тощо. Невиконання проектів ліквідації гірничовидобувних підприємств, відсутність належного фінансування

природоохоронних заходів, зокрема рекультивації і фітомеліорації, призводить до суттєвих незворотних трансформаційних змін у структурі ландшафтних систем, неконтрольованого їх функціонування, поступової деградації, деструкції і зникнення.

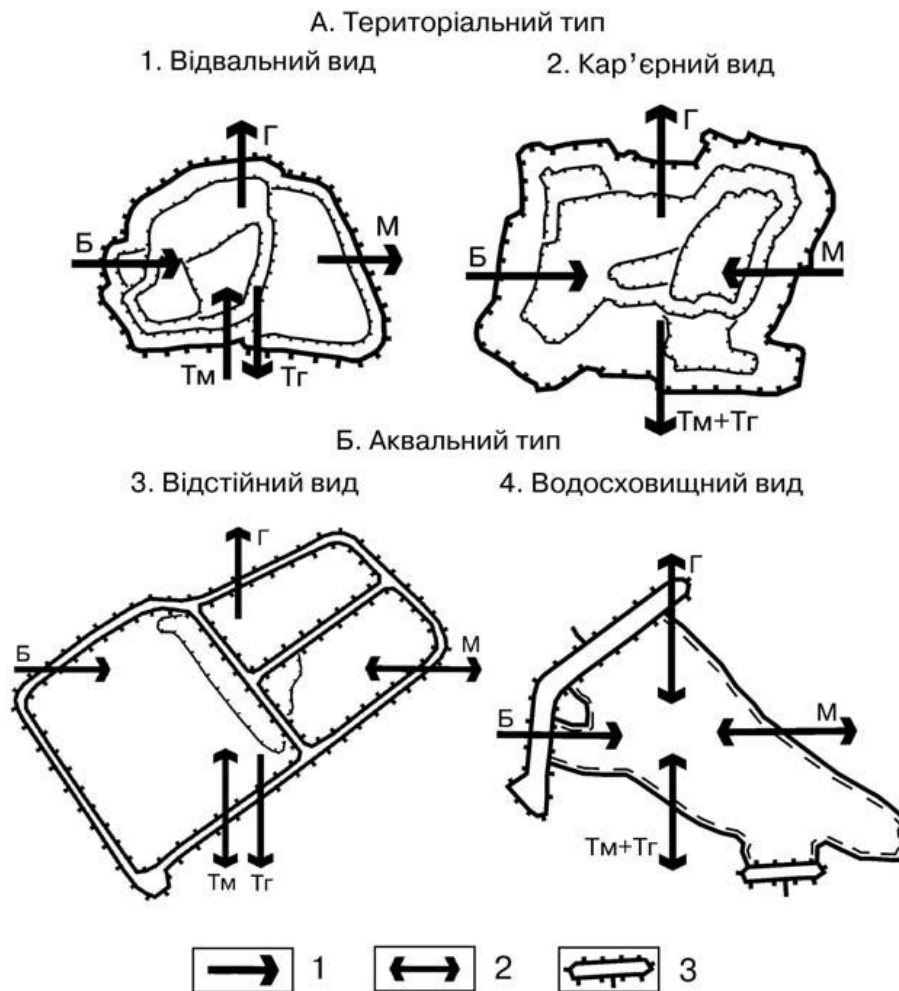


Рис. 2. Напрямки міграційних потоків в межах гірничопромислових геосистем [10]

Типи міграційних потоків: М – механічний; Г – геохімічний (фізико-хімічний); Б – біотичний; Тм – техногенний механічний; Тг – техногенний геохімічний. Умовні позначення: 1 – переважаючий напрямок міграційних потоків; 2 – урівноважені напрямки міграційних потоків; 3 – ландшафтно-геохімічні бар'єри.

Зникнення гірничопромислових ландшафтів. Питання зникнення і смерті геосистем залишається практично не висвітленим у ландшафтознавстві. Для природних геосистем воно розглядається як проблема виникнення нового із старого, що розглянуто у концепції інваріанта ландшафту [6], а для природно-господарських систем

– як сукупність оптимізаційних заходів, які спрямовані на формування продуктивніших утворень (іригація, меліорація, рекультивация тощо). Перш за все, це слід пояснювати домінуванням у ландшафтознавстві генетичного, еволюційного і конструктивного підходів. Власне у відношеннях між смертю і народженням чи між знищенням і побудовою геосистем увага акцентується на створенні нових геосистем.

Усі ландшафтні системи народжуються, певний час існують й помирають. При цьому еволюцію геосистем розглядають, головню, як набір її інваріантів, які зумовлені змінами у морфологічній основі, зокрема властивостях відкладів, рельєфу і ґрунтах. У процесі розвитку ландшафти проходять стадії виникнення (зародження), молодості (юності), зрілості, старості, дряхлості і зникнення форм рельєфу, на яких сформувалися ландшафтні системи і які відрізняються своїми морфологічними особливостями (див. рис. 1). На сучасному етапі розвитку суспільства ці зміни пов'язані як з безпосередніми антропогенними впливами (видобуванням і збагаченням корисних копалин, будівництвом та експлуатацією техногенних об'єктів, природокористуванням тощо), так й опосередкованими природно-антропогенними процесами (зсуви, ерозія, карст, підтоплення та ін.). Виходячи із цього, діагностичним критерієм еволюційних змін геосистем служить ступінь антропогенної трансформації їхньої геоморфологічної основи.

Проблеми зникнення і смерті ландшафтних систем детально розглянуто у монографії М. Гродзинського [5]. Автор вважає, що існує три варіанти зникнення геосистем, які умовно називає розчиненням, перекриванням і заміщенням місця ландшафту. За першого варіанту геосистема стає аналогічною до оточуючого її природного середовища; за другого – разом із навколишніми геосистемами, що від неї відрізняються, перекривається новими ландшафтними утвореннями; за третього – заміщується, в окреслених раніше межах, іншими ландшафтними системами (рис. 3). Усі запропоновані варіанти пов'язані із деструкцією внутрішньої структури ландшафтів.

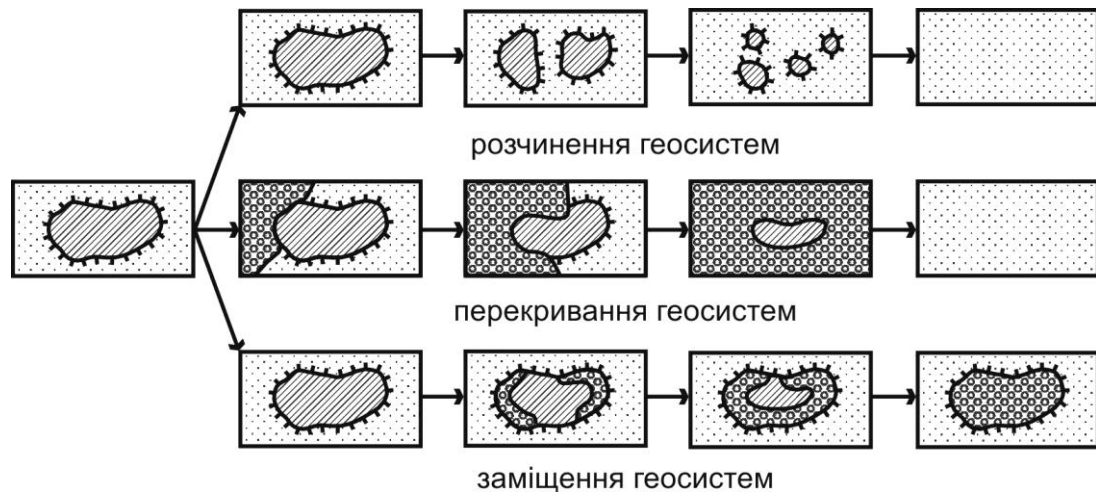


Рис. 3. Варіанти зникнення гірничопромислових геосистем [5 з доповненнями]

Розглянемо особливості зникнення гірничопромислових ландшафтів згідно з цими варіантами. Розчинення постмайнінгових ландшафтних систем на фоні оточуючих природних геосистем – процес складний і дуже тривалий. В Україні уцілили комплекси з видобування кремнію, кварциту чи будівельних матеріалів, створені ще у палеоліті (300–100 тис. р. тому), на етапі розвитку трипільської культури (VI–III тис. до Р. Х.), в античних містах-полісах Причорномор’я (VI ст. до Р. Х. – IV ст.) [1]. Це залишки рудників, кар’єрних виїмок, курганів, відслонень, підземних виробок тощо. Багатьом збереженим об’єктам вже понад 2–5 тисяч років. Такий спосіб деструкції постмайнінгових геосистем нерідко є частковим, і не призводить до їх повного злиття із фоновими ландшафтами. Сукцесійні зміни ґрунтового і рослинного покривів лише приховують, маскують колишнє гірниче походження цих геосистем. Заростання поверхонь давніх кар’єрів чи відвалів нерідко зумовлює втрату їхнього сприйняття як антропогенних утворень, стирає з пам’яті місцевого населення інформацію про цей етап їхнього розвитку. Діагностування пам’яток гірництва слід здійснювати за невластивими для оточуючих природних геосистем додатними чи від’ємними формами рельєфу, інколи специфічними властивостями відкладів.

Перекривання постмайнінгових ландшафтних систем є радикальнішою формою їхнього зникнення, ніж розчинення. У цьому випадку деструктивних змін зазнають не лише гірничі антропогенні геосистеми, а й оточуючі їх ландшафти. Кар’єри чи відвали разом із навколишніми природними геосистемами перекривають інші, нерідко складніші антропогенні утворення. Наприклад, у процесі збільшення площі великих міст у приміських зонах зникають кар’єри будівельної сировини.

Процес заміщення постмайнінгових ландшафтних систем іншими природно-господарськими системами відрізняється від їхнього розчинення чи перекриття тим, що нові утворення займають те саме місцеположення. Так, у кар'єрних виїмках, хвостосховищах і відстійниках формуються водойми. Заміщення відбувається й у рекультивованих геосистемах, в яких, здебільшого, утворюються стійкіші геосистеми. Таке заміщення може бути повним або частковим. При цьому за часткового заміщення існуюче місцеположення не зникає повністю, а лише трансформується й поділяється на окремі частини. Це пов'язано з тим, що здебільшого таке заміщення геосистем є умовним й зумовлене повільними їх сукцесійними змінами.

Незважаючи на те, що кожний випадок зникнення гірничопромислових ландшафтів специфічний, існують певні закономірності. Ймовірність зникнення геосистем є більшою, а час тим коротший, чим менше відрізняються їх морфологічні складові від морфологічних складових навколишніх природних ландшафтів. Так, кар'єри місцевої будівельної сировини, які за складом корінних відкладів практично не відрізняються від оточуючих ландшафтів, зникають швидше. Важливу роль у швидкості деструкції постмайнінгових ландшафтних систем відіграють їх площа і форма. Дрібніші за площею геосистеми скоріше будуть розчинені у власному оточенні. Кар'єри і відвали площею до 1 га розчиняються вже за 5–10 років, тоді як деструкційні процеси у великих гірничих об'єктах нерідко тривають 100 й більше років. Геосистеми неправильної, здебільшого видовженої, форми зникають швидше, ніж геосистеми колоподібної форми. Це зумовлено зростанням зони контакту із оточуючими природними геосистемами. Найшвидше деструктивних змін зазнають лінійні форми рельєфу – греблі, дамби, насипи, канали тощо.

Водночас, виникає запитання: якщо гірничопромислова ландшафтна система утворена людиною у процесі видобування і збагачення покладів корисних копалин, то як довго зберігатиметься її антропогенний стан після ліквідації гірничовидобувного підприємства, чи він щезне лише разом зі смертю геосистеми? На думку Ф. Мількова, антропогенний статус в геосистемах зникає лише з їх зникненням. У свою чергу, В. Петлін вважає, що не варто плутати фізіономічні і функціональні властивості територіальних утворень [14]. Процес руйнування гірничопромислових ландшафтів навколишнє природне середовище розпочинає одразу від моменту початку їхнього формування, бо вони для довкілля є деструктивним явищем. Головним чинником при цьому залишається деструкція взаємозв'язаних геосистем в межах утворених гірничопромислових об'єктів (кар'єрів, відвалів, відстійників тощо), керованих

людиною. Після завершення розроблення корисних копалин (вже у постмайнінгових геосистемах), вплив денудаційних процесів, які зумовлюють пристосування гірничопромислових ландшафтів до природного середовища поступово, хоч й дуже повільно, відбувається формування їх урівноваженого (квазігармонійного) з оточуючими природними геосистемами стану. Від цього моменту навколишнє природне середовище перестає спрямовано перебудовувати постмайнінгові геосистеми, тому вони, втративши власні деструктивні функції, формально можуть вважатися вторинно природними.

Зафіксувати час настання смерті гірничопромислових ландшафтів складно, а ще складніше його спрогнозувати. Часто невеликі постмайнінгові форми рельєфу зникають раптово, за кілька діб. Такі форми рельєфу розбирають на будівельну сировину, розрівнюють, їх розмивають води поверхневого стоку тощо. На відміну від раптових, поступові сукцесійні зміни у постмайнінгових геосистемах, які призводять до їх повної деструкції і знищення, не чітко виражені й по-різному трактуються. Констатацію факту, що гірничопромислова ландшафтна система замінена іншим (природно-антропогенним) утворенням часто приймаємо лише умовно. Якби сильно не впливала денудація на вирівнювання додатних і від'ємних форм рельєфу, залишки цих форм зберігаються ще десятки, сотні й навіть тисячі років. Тому говорити про остаточне знищення гірничих об'єктів доводиться не часто, їх елементи відчутні у пластиці рельєфу, за особливостями мікроклімату, водного режиму, ґрунтового і рослинного покриву. Навіть в умовах повного фізичного зникнення вони залишаються у пам'яті місцевого населення у вигляді топонімів чи пам'ятних знаків.

Про появу нової геосистеми на місці гірничопромислових ландшафтів може свідчити зміна її господарського чи функціонального призначення. Так, після проведення рекультивації і фітомеліорації, а деколи й спонтанно, в межах гірничих об'єктів формуються лісо- і сільськогосподарські угіддя, створюються мисливські і рибальські господарства, природоохоронні території тощо. Поряд з цим, постмайнінгові геосистеми нерідко використовуються як арени для накопичення промислових і побутових відходів. У хвостосховищах і відстійниках продовжують зберігати величезні обсяги відходів збагачення і перероблення урану, залізної руди, кам'яного вугілля, сірки, калійних солей тощо. Чимало кар'єрних виїмок перетворено у несанкціоновані сміттєзвалища.

Питання оптимізації постмайнінгових ландшафтів. Аналізуючи питання деструкції гірничопромислових ландшафтних систем, необхідно паралельно розглядати

і питання їхньої оптимізації. На думку М. Гродзинського, *оптимізація геосистем* – це дії, спрямовані на їх переведення у стани, в яких вони здатні найефективніше виконувати певні господарські функції, не зазнаючи при цьому небажаних змін протягом тривалого часу [6]. Гірничопромислові ландшафти після завершення розроблення корисних копалин і ліквідації гірничовидобувного підприємства можна оптимізувати у різних напрямках – із забезпеченням максимально ефективного виконання ними певної виробничої функції (наприклад, сільсько- чи лісгосподарської), утворенням рекреаційних зон, природоохоронних об'єктів із збільшенням їх ландшафтного і біотичного різноманіття або відтворенням наближеного до природного стану. Водночас оптимізація таких геосистем передбачає визначення ступеня їх деградації.

Згідно з Гірничим законом України [4], порушені під час розроблення корисних копалин території та об'єкти необхідно привести у стан, безпечний для людей і майна та придатний для господарського використання. Водночас, згідно з вимогами природоохоронного законодавства, усі геосистеми, порушені внаслідок добування і збагачення корисних копалин, підлягають відновленню. Для цього слід обґрунтувати напрямки подальшого використання оптимізованих територій, розробити проект їх відновлення, визначити джерела фінансування. Відновлення (відродження) постмайнінгових ландшафтних систем є результатом взаємодії комплексу ліквідаційних, відновлювальних і рекультиваційних робіт після завершення експлуатації родовища корисних копалин з процесами природного самовідновлення ґрунтів і рослинності. Співвідношення між цими чинниками може бути різним. Мінімальним завданням при проведенні оптимізаційних заходів вважають створення безпечних умов для людей і господарських споруд та екологічної безпеки територій, а максимальним завданням – забезпечення умов для подальшого господарського використання гірничопромислових територій [15].

Загалом, існує три варіанти ліквідації гірничовидобувного підприємства [17]:

1) *планова ліквідація* підприємства, яка здійснюється згідно із стратегією розвитку підприємства після відпрацювання запасів експлуатованого родовища;

2) *аварійна ліквідація*, яка виконується внаслідок прийняття рішень про ліквідацію підприємства, пов'язане з катастрофою, економічним занепадом або іншими чинниками;

3) *тимчасове закриття (консервація)* підприємства, пов'язане з економічними і технологічними проблемами, що не дають змоги продовжувати розроблення корисних копалин.

У процесі консервації гірничого підприємства слід враховувати можливість повторної експлуатації родовища. У таких випадках фактично продовжується робота окремих життєво необхідних ділянок підприємств або об'єктів, що ліквідуються (перекачуючих установок, утримання гідроспоруд, комунікацій і станцій нейтралізації). Для кожного варіанту ліквідації шахти чи кар'єру характерний свій набір оптимізаційних заходів.

У процесі ліквідації гірничовидобувного підприємства необхідно здійснити *рекультивуацію* (від лат. *re...* – відновлення і *cultus* – обробіток, уведення, розведення; дослівно повторне використання) постмайнінгових ландшафтів – реалізувати складний комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біотичних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на повернення порушених промисловістю територій у різні види природокористування: сільськогосподарське, лісогосподарське, рекреаційне тощо. Розроблення покладів корисних копалин не може розпочинатися, доки не буде розроблено проект рекультивації порушених ландшафтних систем. До сьогодні рекультивацію вважали єдиним ефективним заходом вирішення питань раціонального використання природних ресурсів й охорони природи.

Рекультивації підлягають усі гірничопромислові території та об'єкти, на яких зазнають змін товща відкладів, рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив. Ці зміни відбуваються або вже відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт. Об'єкти рекультивації є різноманітними. Ними можуть бути кар'єрні виїмки, відвали, відстійники і хвостосховища, а також території, порушені під час видобування і збагачення корисних копалин (деформаційні поверхні, провали, прогини тощо). Такий поділ порушених земель дає змогу підходити до їх рекультивації диференційовано. Технологічні процеси, в ході яких відбувається порушення земель, призводять до винесення на земну поверхню порід різноманітного складу, генезису, літології та властивостей. Досить часто гірські породи містять сполуки, токсичні для рослин. Іноді ці сполуки утворюються у процесі окислення відкладів на земній поверхні. Зважаючи на зазначене, оцінка властивостей та складу винесених на земну поверхню порід є одним з важливих чинників, що визначають можливість та напрямок оптимізації постмайнінгових ландшафтів [16].

Процеси рекультивації порушених земель зазвичай поділяють на два основні етапи: гірничотехнічний і біотичний. Проте у практичному плані виправданим є виокремлення трьох етапів: підготовчого, гірничотехнічного і біотичного [11]. Обґрунтування виду рекультивації і подальшого використання рекультивованих земель виконується у кожному окремому випадку на основі врахування комплексу природних та економічних чинників: географічного розташування, кліматичних умов, хімічного складу розкривних порід, вартості землі та її господарського призначення, соціально-економічних чинників і перспектив розвитку району розроблення родовища корисних копалин.

Існуючі підходи до рекультивації постмайнінгових ландшафтів нерідко є застарілими. Результати власних досліджень та аналіз досвіду реалізованих проєктів дають змогу стверджувати, що за умов рекультивації і фітомеліорації постмайнінгових геосистем у районах розроблення різних видів корисних копалин (кам'яного вугілля, нафти, сірки, солей тощо) з метою їх подальшого сільськогосподарського використання ніколи не окупляться. Вирівнювання і терасування схилів із нанесенням родючого шару ґрунтосумішей є дорогими і малоефективним оптимізаційним заходом. Для промислового лісівництва також необхідно вирівнювання поверхні та забезпечення прохідності місцевості і належного мікроклімату, що аналогічно потребує значних витрат.

В останні роки все популярним стають наукові роботи, що присвячені ревіталізації гірничопромислових ландшафтних систем [наприклад, 2]. Поняття “*ревіталізація*” (від лат. *re...* – відновлення і *vita* – життя, повернення життя) використовують у науково-практичній діяльності з метою окреслення напрямків відновлення (оптимізації) антропогенно трансформованих геосистем. У таких випадках ревіталізація розглядається як реконструкція постмайнінгових ландшафтів зі зміною їх функцій. Наприклад, формування в межах кар'єру Яворівського ДГХП “Сірка” зони рекреації і відпочинку, а на території гідровідвалу – орнітологічного заказника. Одним з основних завдань ревіталізації є соціалізація простору, розробка елементів інфраструктури, що упорядковують рекреацію і туризм, забезпечують розвиток виробництва і турботу про покращення екологічного стану території, а як наслідок – залучення нових інвестицій та отримання привабливіших постмайнінгових територій. Держава, вкладаючи кошти у ревіталізацію гірничопромислових ландшафтів, отримує віддачу від продажу відновлених земель, вартість яких наближується до вартості земель в містах, а іноді й перевищує їх.

Загалом, вибір варіанту оптимізації постмайнінгових ландшафтних систем залежить від складності їх структури, інтенсивності деструктивних процесів й обсягу фінансування проекту. На сьогодні використовують два принципово різні підходи до оптимізації цих геосистем: рекультиваційний і ревіталізаційний [17]. Перший підхід передбачає будівництво складних і дорогих технічних споруд на місці ліквідованих кар'єрів, відвалів чи відстійників, проведення гірничотехнічних і фітомеліоративних робіт у значних обсягах та інші капітальні роботи. Другий підхід полягає у широкому використанні потенціалу природного самовідновлення постмайнінгових ландшафтних систем. Обсяги робіт і затрат за першим і другим варіантами відрізняються у декілька разів. Варто відзначити, що в Україні значні витрати на ліквідацію гірничовидобувних підприємств нереальні. Тому в основу більшості сучасних проектів закладено максимальне використання потенціалу процесів самовідновлення постмайнінгових ландшафтів.

В питаннях оптимізації постмайнінгових ландшафтних систем у країнах Європейського Союзу накопичено значний досвід з усунення деструктивних процесів та явищ [наприклад, 18–20]. У Німеччині, Франції і Великобританії обґрунтовано засади забезпечення відновлення деструктивних постмайнінгових геосистем. Вже сьогодні понад 50 % гірничих підприємств в ЄС ліквідовано або законсервовано, а значна їх частина використовується для захоронення промислових і побутових відходів. Водночас, на цих підприємствах антропогенні геосистеми повертаються у наближені до природних стани. Іноді в ході рекультивації створюють нове обличчя ландшафтів. На місцях ліквідованих гірничих підприємств виникають музеї гірничої техніки, природоохоронні об'єкти, зони рекреації і відпочинку тощо. Вказані приклади підтверджують високу відповідальність європейців перед природним середовищем та майбутніми поколіннями.

Процес ліквідації гірничовидобувного підприємства передбачає обґрунтування напрямку і стратегії відновлення території, проведення геоecологічної оцінки, формування кінцевої технічної програми створення постмайнінгових ландшафтів і реалізацію цієї програми та організацію ландшафтно-ecологічного моніторингу. Виконання цих етапів є обов'язковою умовою ліквідації гірничих підприємств в ЄС. При цьому, основним завданням залишається визначення майбутнього господарського використання постмайнінгових геосистем, до вимог якого пристосовують технічну програму. Іншим важливим завданням під час рекультивації вважають створення і

забезпечення функціонування системи спостереження за ступенем антропогенної трансформації ландшафтів і змінами їх станів.

З метою мінімізації витрат гірничі роботи нерідко проектують таким чином, щоб вони були безпечними лише у період проведення видобутку і збагачення корисних копалин. Після ліквідації гірничовидобувних підприємств посилюються деструктивні процеси та явища, як в кінцевому результаті призводять до нової рівноваги постмайнінгових ландшафтів. Така рівновага може бути досягнута під час самовідновлення цих геосистем. Процес самовідновлення є тривалим (понад 10–25 років), нерідко супроводжується руйнуванням залишків інфраструктури гірничовидобувних об'єктів, активізацією екзогенних процесів, формуванням ареалів забруднення природного середовища, що призводить до детеріорації гірничопромислових ландшафтів. *Детеріорація* (від лат. *deterior* – гірший) – процес, протилежний оптимізації чи меліорації, що передбачає погіршення стану геотехнічних і посттехногенних систем, якості земельних чи інших природних ресурсів. Це поняття корелюється з поняттям деградація природного середовища, однак детеріорація ландшафтних систем відбувається внаслідок необґрунтованих, помилкових дій людини, що призводять до виникнення аварійних ситуацій, спровокованих проявом небезпечних екзогенних процесів, антропогенним забрудненням, пошкодженням техноґрунтів і вторинного рослинного покриву. У порівнянні з деградаційними змінами, швидкість та інтенсивність руйнівних процесів під час детеріорації геосистем є вищою, а тому непрогнозованою. Детеріораційні процеси та явища в межах гірничопромислових територій нерідко зумовлені помилковими рішеннями щодо рекультивації і меліорації порушених територій, які призводять до суттєвого погіршення стану ландшафтних систем, некерованого розвитку карстових провалів, зсувів на бортах кар'єрів, горіння териконів тощо.

Ліквідацію шахт і кар'єрів в Україні, здебільшого, проводять у випадку виникнення аварійних і катастрофічних ситуацій. Програму закриття гірничих підприємств нерідко створюють швидко і вже після неодноразового виникнення небезпечних ситуацій та прийняття рішення про припинення гірничовидобувної діяльності. Наслідком існуючого неадекватного підходу до вирішення питань ліквідації підприємства стають проблеми неналежної організації рекультиваційних робіт і безпеки подальшого розвитку деструктивних процесів та явищ. Стан постмайнінгових геосистем залежить від рівня реалізації програми відновлення території. За умов відсутності належного фінансування рекультиваційних робіт

важливою умовою залишається питання впровадження процесів самовідновлення постмайнінгових геосистем, які активізуються за умов врівноваження їх стану з оточуючим природним середовищем. При цьому боротися із цими процесами необхідно лише у випадку, якщо вони загрожують життю людей або їх майну.

Висновки. Деструкція гірничопромислових ландшафтів є закономірним, незворотнім процесом руйнування структури та взаємозв'язків між гірничими територіями та об'єктами й оточуючими геосистемами, який рано чи пізно призводить до зникнення гірничопромислових територій та об'єктів. Їх існування на усіх етапах розвитку нерозривно пов'язане з проявом деструктивних процесів та явищ, небезпечних для життя людини і довкілля. Після ліквідації гірничовидобувного підприємства формуються постмайнінгові геосистеми, вже некеровані людиною. Про появу нових геосистем на місці гірничопромислових ландшафтів може свідчити зміна її господарського чи функціонального призначення. Аналогічними є зміни, зумовлені реалізацією оптимізаційних заходів, спрямованих на забезпечення постмайнінговими геосистемами максимально ефективного виконання ними певної виробничої функції (наприклад, сільсько- чи лісогосподарської), утворенням рекреаційних зон, природоохоронних об'єктів із збільшенням їх ландшафтного і біотичного різноманіття або поверненням у наближений до природного стан. Який напрям оптимізаційних робіт обрати – рекультивацію чи ревіталізацію – необхідно визначати для різних районів розроблення корисних копалин окремо з урахуванням інтенсивності прояву деструктивних процесів та явищ, сучасних природно-географічних та соціально-економічних умов регіону.

Список літератури

1. *Гайко Г.* Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії) / Г. Гайко, В. Білецький, Т. Мікось, Я. Хмура. – Донецьк : Донец. відділ. НТШ, “Редакція гірничої енциклопедії”, 2009. – 296 с.
2. *Геник Я. В.* Технологічна класифікація порушених екосистем з метою їх ревіталізації / Я. В. Геник // *Наук. вісн. НЛТУУ.* – 2013. – Вип. 23.3. – С. 103–108.
3. Гірничий закон України // *Відомості Верховної Ради України.* – 1999. – № 50. – С. 433. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1127-14>
4. *Гродзинський М. Д.* Основи ландшафтної екології / М. Д. Гродзинський. – К. : Либідь, 1993. – 224 с.

5. *Гродзинський М. Д.* Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. / М. Д. Гродзинський. – К. : ВПЦ “Київ. ун-тет”, 2005. – Т. 1. – 431 с.
6. *Гродзинський М. Д.* Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М. Д. Гродзинський. – К.: Лікей, 1995. – 233 с.
7. *Іванов Є. А.* Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання / Є. А. Іванов, І. П. Ковальчук // Наук. вісн. Чернівець. ун-ту. Вип. 612–613 : Географія. – Чернівці, 2012. – С. 54–59.
8. *Іванов Є. А.* Гірничопромислові території як об’єкти конструктивно-географічного дослідження / Є. А. Іванов // Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи : матер. допов. Всеукр. наук. конф. – Львів, 2015. – С. 164–171.
9. *Іванов Є.* Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій : монографія / Євген Іванов. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2009. – 372 с.
10. *Іванов Є.* Ландшафти гірничопромислових територій : монографія / Євген Іванов. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 334 с.
11. *Малишева Л. Л.* Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій / Л. Л. Малишева. – К. : РВЦ “Київ. ун-тет”, 1997. – 264 с.
12. *Монастирський В. Р.* Методичні підходи до вивчення антропогенної деструкції ландшафтів / В. Р. Монастирський // Фізична географія та геоморфологія. – 2009. – Вип. 55. – С. 81–87.
13. *Панас Р. М.* Рекультивація земель: навч. посібн. / Р. М. Панас. – Львів: Новий світ-2000, 2005. – 224 с.
14. *Петлін В. М.* Системна природнича географія / В. М. Петлін. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – 249 с.
15. *Рудько Г. І.* Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтових комплексів / Г. І. Рудько, Л. Є. Шкіца. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 2001. – 528 с.
16. *Сивий М.* Географія мінеральних ресурсів України : монографія / М. Сивий, І. Паранько, Є. Іванов. – Львів : Простір М, 2013. – 684 с.
17. *Шкіца Л. Є.* Трансформація гірничих комплексів після завершення експлуатації / Л. Є. Шкіца // Вісн. Криворізь. держ. педагог. ун-ту. – 2006. – Вип. 2 (37). – Ч. 2. – С. 113–115.

18. *Kruger B.* The creation of post-mining landscapes of lignite mining in the new federal states / Kruger B., Kadler A., Fischer M. // *Surf Min Braunkohle.* – 2002. – Vol. 54. – № 2. – P. 161–169.
19. *Krzaklewski W.* Rekultywacja obszarów pogórnich i przemysłowych / *Przemiany środowiska naturalnego i ekorozwój* / Red. M. Kotarby. – Kraków: Geosfera, 2001. – P. 85–104.
20. *Larondelle N.* Valuing post-mining landscapes using an ecosystem services approach – An example from Germany / N. Larondelle, D. Haase // *Ecological Indicators.* – 2012. – № 18. – P. 567–574.

References in transliteration

1. *Hayko H.* Hirnyctvo y pidzemni sporudy v Ukrayini ta Pol'shchi (narysy z istoriyi) / H. Hayko, V. Bilets'kyi, T. Mikos', Ya. Khmura. – Donetsk, 2009. – 296 s.
2. *Henyk Ya. V.* Tekhnolohichna klasyfikatsiya porushenykh ekosystem z metoyu yikh revitalizatsiyi / Ya. V. Henyk // *Nauk. visn. NLTUU.* – 2013. – Vyp. 23.3. – S. 103–108.
3. *Hirnychyy zakon Ukrayiny* // *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny.* – 1999. – № 50. – S. 433.
4. *Hrodzys'kyi M. D.* Osnovy landshaftnoyi ekolohiyi / M. D. Hrodzys'kyi. – K., 1993. – 224 s.
5. *Hrodzys'kyi M. D.* Piznannya landshaftu: mistse i prostir / M. D. Hrodzys'kyi. – K., 2005. – T. 1. – 431 s.
6. *Hrodzys'kyi M. D.* Stiykist' heosystem do antropohennykh navantazhen' / M. D. Hrodzys'kyi. – K., 1995. – 233 s.
7. *Ivanov Ye. A.* Antropohenizatsiya landshaftiv: pidkhody, diahnostuvannya, modelyuvannya / Ye. A. Ivanov, I. P. Koval'chuk // *Nauk. visn. Chernivets. un-tu.* Vyp. 612–613 : Heohrafiya. – Chernivtsi, 2012. – S. 54–59.
8. *Ivanov Ye. A.* Hirnychopromyslovi terytoriyi yak ob'yekty konstruktyvno-heohrafichnoho doslidzhennya / Ye. A. Ivanov // *Konstruktyvna heohrafiya i kartohrafiya: stan, problemy, perspektyvy.* – L'viv, 2015. – S. 164–171.
9. *Ivanov Ye.* Heokadastrovi doslidzhennya hirnychopromyslovykh terytoriy : monohrafiya / Yevhen Ivanov. – L'viv, 2009. – 372 s.

10. *Ivanov Ye.* Landshafty hirnychopromyslovykh terytoriy / Yevhen Ivanov. – L'viv, 2007. – 334 s.
11. *Malyševa L. L.* Landšaftno-heoximična ocinka ekolohičného stanu terytorij / L. L. Malyševa. – K., 1997. – 264 s.
12. *Monastyr's'kyj V. R.* Metodyčni pidxody do vyvčennja antropohennoi destrukciji landšaftiv / V. R. Monastyr's'kyj // Fyzyčna heohrafija ta heomorfolohija. – 2009. – Vyp. 55. – S. 81–87.
13. *Panas R. M.* Rekul'tyvacija zemel' / R. M. Panas. – L'viv, 2005. – 224 s.
14. *Petlin V. M.* Systemna pryrodnyča heohrafija / V. M. Petlin. – L'viv, 2011. – 249 s.
15. *Rud'ko H. I.* Ekolohična bezpeka ta racional'ne pryrodokorystuvannja v mežax hirnyčopromyslovyx i naftovyx kompleksiv / H. I. Rud'ko, L. Je. Škica. – K., 2001. – 528 s.
16. *Syvyj M.* Heohrafija mineral'nyx resursiv Ukrajinjy : monohrafija / M. Syvyj, I. Paran'ko, Je. Ivanov. – L'viv, 2013. – 684 s.
17. *Škica L. Je.* Transformacija hirnyčyx kompleksiv pislja zaveršennja ekspluataciji / L. Je. Škica // Visn. Kryvoriz. derž. pedahoh. un-tu. – 2006. – Vyp. 2 (37). – Č. 2. – S. 113–115.
18. *Kruger B.* The creation of post-mining landscapes of lignite mining in the new federal states / Kruger B., Kadler A., Fischer M. // Surf Min Braunkohle. – 2002. – Vol. 54. – № 2. – P. 161–169.
19. *Krzaklewski W.* Rekultywacja obszarów pogórnicych i poprzemysłowych / Przemiany środowiska naturalnego i ekorozwój / Red. M. Kotarby. – Kraków: Geosfera, 2001. – P. 85–104.
20. *Larondelle N.* Valuing post-mining landscapes using an ecosystem services approach – An example from Germany / N. Larondelle, D. Haase // Ecological Indicators. – 2012. – № 18. – P. 567–574.