
РОЗВИТОК ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ І ПОСТМАЙНІНГОВИХ ГЕОСИСТЕМ

Іванов Євген, Остап'юк Володимир, Корнус Анатолій
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-646-1-2>

ВСТУП

Розглянемо природничі і суспільні процеси, що пов'язані із розвитком гірничопромислових і постмайнінгових геосистем. Для цього використаємо досвід конструктивно-географічних досліджень, картографування і моделювання різноманітних природно-господарських систем районів розроблення і збагачення корисних копалин Західного регіону України¹. При цьому варто окреслити різницю між гірничопромисловими і постмайнінговими геосистемами.

Під гірничопромисловою територією розуміємо геопростір із впливом виробничих (технологічних) процесів при розробленні родовищ корисних копалин, а саме при будівництві об'єктів, необхідних для його експлуатації, видобування корисних копалин, транспортування копалини і відходів, первинного перероблення мінеральної сировини, консервації і ліквідації гірничодобувного чи гірничозбагачувального підприємства. Гірничопромисловій території відповідає гірничий (земельний) відвід, але це включає антропогенно трансформовані площі, що виникли за межами цих відводів, у районах інтенсивного прояву природно-антропогенних процесів та забруднення природного середовища.

Гірничопромисловими геосистемами є просторово окреслені геодинамічні ємності, які поєднують природну і техногенну складові і виникли унаслідок гірничодобувного використання гірничопромислових

¹ Іванов Є. А., Андрейчук Ю. М., Лобанська Н. І. Проблеми геоінформаційного моделювання гірничопромислових геосистем. *Фізична географія та геоморфологія*. 2005. Вип. 48. С. 180–186; Іванов Є. А., Ковальчук І. П., Андрейчук Ю. М. Теоретико-методологічні основи й методика геоecологічного картографування і моделювання гірничопромислових геокомплексів. *Наук. вісн. Волин. держав. ун-ту ім. Лесі Українки. Геогр. науки*. 2006. № 2. С. 15–23; Іванов Є. Методика еколого-ландшафтознавчого картографування гірничовидобувних територій. *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*. 2001. Вип. 104. С. 207–213; Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Клойник В. В. Картографування геоecологічного стану природно-господарських систем гірничопромислових територій. *Часопис картографії*. 2011. Вип. 2. С. 129–137.

територій. У них можуть бути повністю відсутні або суттєво змінені окремі геокомпоненти, зокрема сталий рослинний покрив, ґрунти, ґрунтові води тощо.

Постмайнінгові геосистеми формуються після завершення розроблення корисних копалин та ліквідації (довготривалої консервації) гірничодобувного підприємства. Їхня поява зумовлена суттєвим зменшенням або припиненням техногенного впливу людини на геосистеми. Виникнення постмайнінгових може бути зумовлено реалізацією рекультиваційних і фітомеліоративних заходів, однак здебільшого відбувається шляхом відмови від експлуатації гірничопромислових об'єктів, їх консервації чи ліквідації, що призводить до активізації природно-антропогенних процесів. Практично усі великі гірничопромислові об'єкти (кар'єри, відвали, хвостосховища тощо) в межах Західного регіону України сьогодні перетворилися у постмайнінгові геосистеми.

Розуміння поняття “розвиток” сформовано для усвідомлення спрямування часу, його незворотності, яка проявляється у змінах природно-господарських систем. Нині розвиток розглядають у двох аспектах: як підсумок, кінцевий результат та як процес. У першому випадку аналізують незворотні, направлені і закономірні зміни та їх наслідки, а в другому – складні перетворення кількісних змін в якісні та появу нового і зникнення старого. Розглянемо особливості виникнення, формування і зникнення гірничопромислових і постмайнінгових геосистем із цих позицій.

1. Виникнення геосистем

З філософських позицій, навколишнє природне середовище в цілому не виникає і не зникає, воно існує вічно та являє собою взаємодію певних природних та антропогенних геосистем. При цьому виникнення є однією з форм розвитку цих геосистем. Це поняття відображає процеси, що притаманні усім об'єктам неживої і живої природи та суспільства. Кожна геосистема має власний початок, тобто момент народження та виникає не на порожньому місці, а на основі попередніх геосистем іншого походження. Процес виникнення пов'язаний із розвитком нових властивостей геосистеми, які не характерні для її попередника².

Виникнення гірничопромислових геосистем зумовлено початком видобування і збагачення корисних копалин в межах природно-господарських

² Іванов Є. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матер. XV-ої Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. (30 червня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.

систем іншого генезису. Власне зміна походження геосистем у процесі розроблення мінеральної сировини виокремлює гірничопромислові геосистеми від оточуючих. Такі геосистеми відрізняються від оточення специфічними морфологічними і морфометричними рисами. Отже, в основі народження нових геосистем лежить їх відмінність від навколишнього природного середовища, а основною проблемою є з'ясування генезису цієї відмінності.

Питання народження гірничопромислових геосистем орієнтоване на визначення (датування) абсолютного моменту їх виникнення. У традиційному ландшафтознавстві за початок виникнення прийнято появу нового абіотичного субстрату на земній поверхні. Таким субстратом можуть слугувати розкриті відклади кар'єрів, гірські породи, утворені при підземному видобуванні корисних копалин й підняті на поверхню, гірничопромислових відходів тощо. Доведено, що на початку закладання субстрату утворюються первинні взаємозв'язки, в яких важливу роль відіграють їх фізико-хімічні властивості, а також піонерні рослини і мікроорганізми³. Із цього моменту розпочинаємо відлік розвитку нових гірничопромислових геосистем, які можуть змінюватися до невідомості шляхом утворення відвалів, кар'єрів чи відстійників.

На нашу думку, стартом для формування гірничопромислових геосистем є початок будівництва гірничодобувного чи гірничозбагачувального підприємства. Саме тоді, ще до початку експлуатації родовищ корисних копалин, відбувається закладання розкритих траншей і шахтних стволів, будівництво відвальних полів, дамб хвостосховищ і відстійників, тобто утворення нового абіотичного субстрату. Початок експлуатації шахт, кар'єрів чи збагачувальних фабрик лише прискорює формування гірничопромислових геосистем, запускає повноцінний технологічний процес. На етапі проведення геологорозвідувальних робіт також відбуваються трансформаційні зміни, пов'язані з утворенням незначних обсягів субстратів, що в окремих випадках призводять до появи ландшафтних утворень фаціального рівня, які, на жаль, залишаються недостатньо вивченими.

Окрему "природу" виникнення мають субаквальні геосистеми, які задіяні у технологічних схемах розроблення корисних копалин: водосховища, гідровідвали, хвостосховища тощо. Вони є складними ландшафтно-технічними системами, що поєднують водні і наземні об'єкти.

³ Сметана С. М., Сметана О. М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів як основа для направленою формування вторинних екосистем на порушених гірничими роботами землях Кривбасу. *Вісн. Криворізь. техн. ун-ту*. 2009. Вип. 24. URL: http://knu.edu.ua/Files/24_2009/st_39.pdf

Їх народження розпочинається із будівництва окремих дамб, системи карт відстійників та інших територіальних об'єктів, які під час експлуатації родовищ мінеральної сировини повністю або частково заповнюються водою чи пульпою і стають субквальною геосистемами.

Здебільшого, ще до появи гірничопромислового об'єкту розпочинається формування його місцеположення. Наприклад, ще у процесі будівництва гірничодобувного підприємства, перед початком закладення відвалу, вибирають нестійкі розкривні породи (переважно четвертинні відклади) й утворюють виїмку як основу для складування гірничопромислових відходів. У цей момент відбувається зворотній, від'ємний процес подальшого формування додатної форми рельєфу⁴.

На перший погляд виникнення гірничопромислових геосистем здається раптовим явищем, а насправді відбувається поступове заміщення ними інших природних і природно-антропогенних утворень. У свою чергу, постмайнінгові геосистеми виникають на місці гірничопромислових геосистем антропогенного генезису. Отже, така поступовість, як стадія виникнення, включає в себе не лише кількісне зростання нових та вже існуючих елементів геосистеми, але й зміни екологічних станів, що призводять до структурної перебудови ландшафтних систем. Власне на цій стадії найчіткіше виражені якісні зміни у будові геосистем та окремих їхніх елементів і геокомпонентів. Водночас, поява нових гірничопромислових геосистем неможлива без зникнення попередніх природно-господарських систем. Ці процеси пов'язані між собою та не мають переваги один перед одним. Мотиви виникнення і руйнування приховані у взаємодії різноскерованих процесів та явищ техногенного і природного походження. При цьому народження геосистеми є одночасно утворення нових форм руху, особливої динаміки і функціонування її елементів та нових міграційних потоків.

Існує три основних варіанти виникнення і формування гірничопромислових і постмайнінгових геосистем, які умовно можна назвати об'єднанням, розширенням і заміщенням місцеположення (рис. 1). У першому варіанті відбувається поява і поступове об'єднання декількох новоутворених об'єктів; у другому – розширення морфометричних параметрів єдиного гірничопромислового чи постмайнінгового об'єкту; у третьому – заміщення природних утворень гірничопромисловими геосистемами, а пізніше антропогенних на постмайнінгові геосистеми. Шлях виникнення і формування геосистем зумовлює обрана технологічна схема розроблення мінеральної сировини та інтенсивність виробничих процесів.

⁴ Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дисер. ... д-ра геогр. н. Київ, 2017. 40 с.

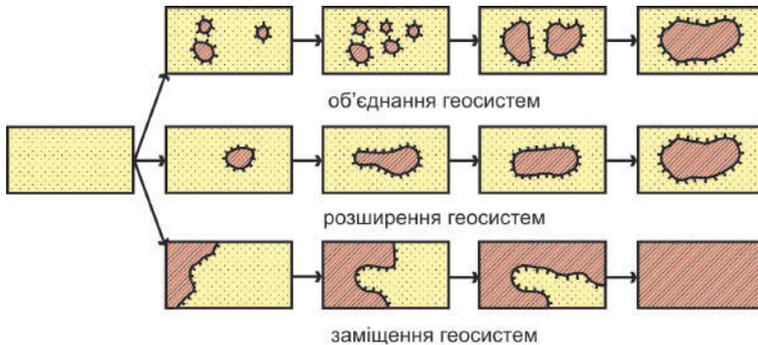


Рис. 1. Варіанти виникнення і формування гірничопромислових і постмайнінгових геосистем

Загалом, гірничопромислові і постмайнінгові геосистеми слід вважати виниклими, коли між окремими складовими нових форм руху утворюються тісні взаємозв'язки, однак на початковій стадії виникнення, зв'язки носять нечіткий і нерегулярний характер. Потужний техногенний пресинг на геосистеми, у процесі будівництва й на початку експлуатації родовища корисних копалин, не дає можливості налагодити взаємозв'язки між геокомпонентами. Тому нові її параметри і властивості мають бути урегульовані, набути стійкості у просторі і часі, а самі геосистеми, після народження, повинні ще ними стати.

Процес виникнення гірничопромислових геосистем має певні особливості. У класичному розумінні ландшафтознавства за початковий відлік приймають субстрат, що склав геологічний фундамент ландшафту, тобто найнижчий шар відкладів, що зумовив головні риси сучасних форм рельєфу. У відвальних геосистемах цей рівень досягають на початку їх закладання, тоді як у кар'єрних – у процесі або наприкінці експлуатації родовища корисних копалин. Попри це, головний напрям ландшафтогенезу не змінено й розпочато із утворення геологічної основи геосистем як інертної складової. Власне інертна основа (каркас, скелет) гірничопромислових геосистем окреслює їх чітке положення на земній поверхні та відособлює від навколишніх природно-господарських систем⁵.

Варто визначити, що у районах розроблення корисних копалин у більшості випадків відбуваються незворотні зміни навколишнього

⁵ Іванов Є. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матер. XV-ої Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. (30 червня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.

природного середовища. На незворотність у геосистемах вказує зміна існуючих геологічних відкладів і форм рельєфу новоутвореними. Власне зміна попередніх форм рельєфу, які в межах рівнинної частини України мають незначні ухили поверхні, є головною візуальною ознакою появи новоутворених геосистем. Більшість сформованих гірничопромислових об'єктів мають невластиві для природних ландшафтних систем значення крутизни схилів – понад 20–25^{о6}.

Слід пам'ятати, що усі гірничопромислові геосистеми є геотехнічними системами (ландшафтно-технічними системами) і виконують важливі виробничі функції, які власне й роблять їх гірничопромисловими. Вони виникають для задоволення потреб суспільства у мінеральній сировині. Як реакція на ці запити, у районах, багатих на поклади корисних копалин, з'являються нові копальні, кар'єри, збагачувальні фабрики тощо. Виникнення гірничопромислових геосистем та посилення їх економіко-соціального значення у часі не співпадають. Їх появі передують проведення геологорозвідувальних робіт, затвердження балансових запасів мінеральної сировини, розроблення проекту як цілого підприємства, так й окремих його об'єктів. Тобто в усвідомленні людини поява гірничопромислових територій передують їх виникненню на місцевості. При цьому людина проектує параметри і властивості гірничопромислових геосистем і лише потім, під час будівництва копальні або кар'єру, реалізує проектні завдання, часто вносячи уточнення у проект. Цей латентний період розвитку ландшафтних систем М. Гродзинський називає “дотериторіальним” етапом існування, під час якого місцеположення виникає до моменту його геопросторового означення⁷.

Гірничопромислові ландшафтні системи народжуються спочатку на “папері”, шляхом їх конструювання. Під конструюванням гірничопромислових геосистем слід розуміти процес створення проектів ландшафтно-технічних систем, які призначені для видобування і збагачення корисних копалин, що полягає у визначенні конфігурації, розмірів, взаємного розташування й параметрів частин (підсистем) чи окремих елементів конструкції цих систем. В. Петлін використовує поняття “конструкт”, під яким розуміє модель, яка відображає закономірності структурної і просторово-часової організації геосистеми⁸.

⁶ Іванов Є. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матер. XV-ї Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. (30 червня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.

⁷ Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ “Київ. ун-тет”, 2005. Т. 2. 503 с.

⁸ Петлін В. М. Конструктивна географія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 544 с.

У гірничій промисловості часто зустрічаємо приклади не реалізації або часткової реалізації проектів будівництва гірничодобувного підприємства. Існують випадки закладання копалень чи кар'єрів, з яких не видобували мінеральну сировину. Тобто будівництво ландшафтно-технічних систем завершено, але не досягнуто ними запроєктованої виробничої функції через певні економічні, соціальні чи екологічні чинники, які сталися за цей час. Основними причинами відмови від використання цих об'єктів є збитковість або висока собівартість видобування корисних копалин та розвиток небезпечних для людини природно-антропогенних процесів⁹.

Загалом, гірничопромислові геосистеми виникають на заміну попередніх ландшафтних утворень природного чи антропогенного генезису. Цей процес відбувається поступово, шляхом просторового розширення та збільшення обсягів накопичених гірничопромислових відходів. Поряд із великими гірничими об'єктами (кар'єрами, відвалами чи відстійниками) виникають антропогенно-трансформовані площі, поява яких зумовлена як гірничими роботами, так й неконтрольованим людиною проявом небезпечних природно-антропогенних процесів (карст, зсуви, ерозія, затоплення тощо) та забрудненням складових навколишнього природного середовища.

На відміну від гірничопромислових, постмайнінгові геосистеми виникають після завершення розроблення корисних копалин та ліквідації (консервації) гірничовидобувного чи гірничозбагачувального підприємства. Процес їхнього народження супроводжує початок "самостійного" функціонування, практично без втручання людини. Виникнення постмайнінгових ландшафтних систем може бути зумовлено реалізацією рекультивацийних і фітомеліоративних заходів, однак здебільшого відбувається шляхом відмови від експлуатації гірничих об'єктів, їх консервації чи ліквідації, що призводить до активізації прояву деструктивних процесів та явищ.

2. Формування геосистем

Формування гірничопромислових геосистем розпочинається від стадії їх молодості (становлення), у процесі якої вона перетворюється у "повноцінне", розвинене ландшафтне утворення. Процес становлення (як і виникнення) геосистеми пов'язаний з кількісним та якісним

⁹ Іванов Є. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матер. XV-ої Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. (30 червня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.

збільшенням тотожної множини її підсистем й окремих елементів¹⁰. На стадії молодості геосистеми відбувається поява в ній нових якостей природного і функціонального характеру. Водночас, на початку формування геосистеми існують суперечливі процеси їх диференціації та інтеграції. При цьому посилення диференціації підсистем та елементів ландшафтних систем скріплює взаємозв'язки між її геокомпонентами¹¹. Основним рушієм розвитку гірничопромислових геосистем виявляється при цьому протиріччя між новими елементами і старими (переважно природними) ландшафтними системами, які завдяки зусиллям людини і техніки завершуються перемогою нового, тобто формуванням нової геосистеми.

На стадіях виникнення і молодості геосистем спостерігається кількісне зростання нових підсистем та елементів, а відповідно й ускладнення ландшафтної структури. Таке ускладнення відбувається до моменту, коли форми рельєфу досягають стадії зрілості. Власне від цієї стадії розпочинається поступове, повільне спрощення внутрішньої структури геосистем. Однак таке спрощення відносно і не є прямим поверненням до старого, природного стану ландшафтних систем. Розвиток гірничопромислових геосистем переважно відбувається за спіраллю, тобто припускається певне видиме спрощення, але це новий, більш високий рівень розвитку, коли має місце перехід кількості в нову якість. Коли кількісні зміни досягають певних меж, відбувається швидкий перехід у нову якість. Цей перехід ми не завжди можемо зафіксувати та вказати, коли саме розпочинається формування стадії старості. Головною ознакою вважаємо домінування руйнівних природно-антропогенних процесів над техногенною діяльністю, наприклад накопиченням гірничопромислових відходів.

Стадії молодості і зрілості гірничопромислових геосистем визначаються поряд з іншими ознаками наявністю протилежних підсистем, кожна з яких об'єднує елементи, які володіють функціональними якостями, розбіжними із якостями іншої підсистеми. Як приклад, наведемо протилежність підсистем дамб і заповнених гірничопромисловими відходами карт сформованих хвостосховищ чи відстійників або окремих відвалів в межах вугільного терикону. На стадії зрілості більшість геосистем є внутрішньо суперечливими як внаслідок глибокої диференціації елементів, так і через

¹⁰ Іванов Є. А. Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Розвиток науки в XXI столітті* : зб. статей (м. Харків, 15 липня 2016 р.). Харків: НІЦ "Знання", 2016. Ч. 2. С. 60–66.

¹¹ Данілова О. А. Історико-географічні особливості формування гірничопромислових ландшафтних Олександрійського буровугільного району. *Географія в інформаційному суспільстві* : зб. наук. праць. У 4 т. Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. III. С. 287–289.

домінування одних з них відносно інших. При цьому техногенні елементи “диктують” умови існування і самовідновлення для природних в межах геосистем та їхніх окраїнах. Сила антропогенного пресингу настільки висока, що зумовлює трансформацію природних ландшафтних систем довкола гірничопромислових геосистем у радіусі до 200–500 м, а інколи й понад 1 000 м.

З часом геосистеми “старіють”, але цей процес не настільки стосується підсистем й окремих елементів, як внутрішніх взаємозв’язків між ними чи із навколишнім природним середовищем. Стадію старіння геосистем вважають емерджентною¹². Процес старіння і зникнення геосистем нерозривно пов’язаний із проявом деструктивних процесів та явищ, які ми розглянемо пізніше.

Усі ландшафтні системи народжуються, певний час живуть і помирають. При цьому еволюцію геосистеми розглядають, головню, як набір її інваріантів, які зумовлені змінами у морфологічній основі, зокрема властивостях геологічних відкладів, форм рельєфу і субстрату. У процесі розвитку гірничопромислові геосистеми проходять стадії виникнення (зародження), молодості (юності), зрілості, старості, дряхлості і зникнення форм рельєфу, на яких сформувалися геосистеми та які відрізняються власними морфологічними і морфометричними особливостями (рис. 2). 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.

Інша модель аналізу антропогенної трансформації природно-господарських систем, запропонована А. Мельником¹³, спрацьовує у районах розроблення покладів мінеральної сировини. Це зумовлено тим, що різні гірничопромислові геосистеми перебувають на різних етапах власного розвитку: початковому, екосистемоутворювальному і ландшафтоутворювальному (рис. 3). На всіх етапах розвитку цих геосистем людину необхідно розглядати у системі взаємозв’язків і взаємодій між усіма його геокомпонентами.

¹² Петлін В. М. Стан і перспективи розвитку природничої географії. *Укр. геогр. журнал*. 2010. № 2. С. 14–21.

¹³ Мельник А. В. Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу. Львів : Літопис, 1997. 229 с.

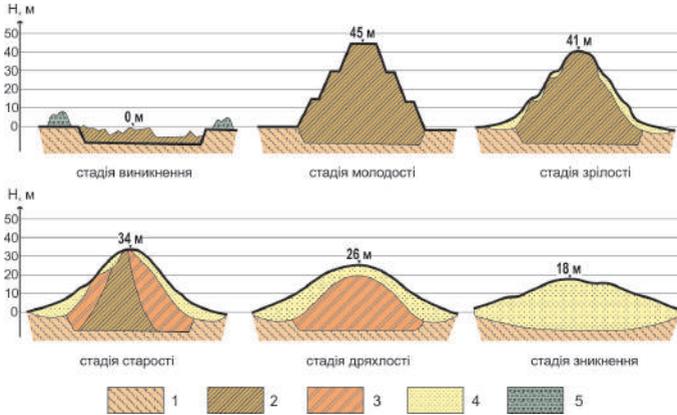


Рис. 2. Стадії формування гірничопромислових і постмайнінгових геосистем (на прикладі вугільного відвалу)

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.

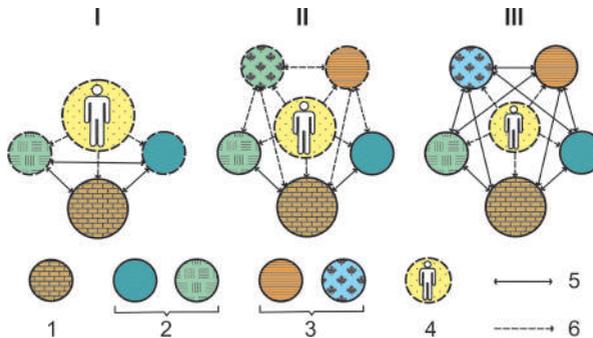


Рис. 3. Концептуальна схема еколого-ландшафтного дослідження еволюції гірничопромислових і постмайнінгових геосистем

Етапи розвитку гірничопромислових геосистем: I – початковий; II – екосистемо-утворювальний; III – ландшафтоутворювальний. Чинники, що взаємодіють (геокомпоненти): 1 – геолого-геоморфологічні (гірські породи); 2 – гідрокліматичні (поверхневі і підземні води, нижні шари атмосфери); 3 – біотичні (ґрунтовий покрив, рослинний і тваринний світ); 4 – антропогенні (людина). Зв'язки: 5 – ландшафтоутворювальні; 6 – екосистемоутворювальні.

На першому, початковому етапі, гірничопромислові геосистеми мають лише три геокомпоненти: літологічну основу, поверхневі і підземні води та нижні шари атмосфери, між якими формуються ландшафтоутворювальні зв'язки, а інтенсивне антропогенне навантаження не дає змоги сформуватися іншим геокомпонентам. Цей етап відповідає стадіям виникнення і молодості геосистем. Екосистемоутворювальний етап характеризують тісні екосистемні зв'язки, які виникають набагато швидше за ландшафтоутворювальні, що за або без сприяння людини приводить до виникнення елементарного (піонерного) ґрунтового і рослинного покриву. Екосистемні зв'язки домінують на стадіях зрілості і старості геосистем. Зі зменшенням потужності антропогенного пресингу на гірничопромислові геосистеми значно зростає роль біотичних чинників, посилюються ландшафтоутворювальні зв'язки, що виражені на завершальних стадіях їхнього розвитку. Під час перших двох етапів дослідники вивчають ландшафтно-технічні системи, а під час третього – постмайнінгові геосистеми.

Гірничопромислові геосистеми мають власну специфіку формування, яка здебільшого впливає на розвиток тих підсистем та елементів, функції яких відповідають за технологічні процеси видобування і збагачення корисних копалин. У зв'язку з тим, що на стадії зрілості геосистем домінують такі елементи або функції, які не відповідають природним умовам місцевості, то й вся геосистема в цілому стає небезпечною для навколишнього природного середовища і життєдіяльності людини. Варто пам'ятати, що людина закладає умови розвитку цих геосистем та несе відповідальність за їх безаварійне функціонування у майбутньому.

Під час формування геосистем постійно відбуваються перетворення їх ландшафтно-технічної структури. Вони наступають за умов протидії між існуючими та новоствореними елементами, що утворилися внаслідок розширення кар'єру, відвалу чи відстійника і характером взаємозв'язків між ними. Такі перетворення відображають як завершальний етап зникнення, так і перехідні стадії у розвитку геосистем. Перетворення геосистем проходить різні трансформаційні етапи формування – від початкового освоєння (виникнення) до формування позитивних і негативних властивостей. Особливо чітко перетворення виявляють у моменти дезорганізації геосистем, коли старі взаємозв'язки між елементами рвуться, а нові ще тільки створюються. Перетворення може передбачати й реорганізацію геосистем, а також їх трансформацію як складову іншої, набагато більшої геосистеми. Як основні реорганізаційні процеси слід розглядати реалізацію оптимізаційних заходів у вигляді рекультиватії, меліорації, ревіталізації тощо.

Гірничопромислові геосистеми можуть існувати, функціонувати за умов їх підтримки людиною із метою забезпечення технологічних процесів видобування і збагачення корисних копалин. Будь-який перехід геосистем в інший стан як при збільшенні обсягів виробництва, так і ліквідації підприємства однозначно призведе до їхнього перетворення. Однак, навіть за збереження сталих умов розроблення мінеральної сировини, внутрішні протиріччя в геосистемах виводять їх із досягнутого на певному етапі стану рівноваги, тобто геосистема зазнає подальшого перетворення. Зазвичай, така антропогенна діяльність прискорює природний хід процесів організації геосистем¹⁴.

Геосистеми, як відкриті динамічні системи, тісно пов'язані із власним оточенням та включені у структуру організації навколишнього природного середовища. Будь-які зовнішні впливи на гірничопромислові геосистеми будуть трансформовані її геокомпонентами й перетворені в її внутрішнє середовище. Однак не всі зміни у навколишньому природному середовищі призводять до модифікації геосистеми. Цей процес контролює людина та унеможливує перетворення ландшафтно-технічних систем у природні чи природно-антропогенні. Водночас, геосистеми, які виникли внаслідок розроблення корисних копалин слід розглядати як здатні до самоорганізації у просторі і часі. На думку В. Петліна, під час розвитку геосистема між двома стійкими структуро-ваними утвореннями проходить такі етапи¹⁵: єдність з критичною складністю структури, конструктивні флуктуації, стани біфуркації й атрактора. Перетворення в організації геосистем залежать від узгодженості протікання в них процесів, які визначають “ступінь свободи” її елементів та геокомпонентів.

У процесі тривалого розвитку гірничопромислових геосистем складові (геокомпоненти) пристосовуються один до одного, розпочинають взаємодіяти між собою, а ландшафтне утворення стає цілісним і стійким. Формування геосистем в межах гірничопромислових територій чи їх окремих ділянок, які не використовують у технологічному процесі видобування і збагачення корисних копалин, відбувається шляхом самовідновлення ґрунтового і рослинного покриву.

Формування геосистем розпочинається із абіотичної стадії їх розвитку. Одразу від виникнення геосистеми відкриті або заскладовані на земній поверхні гірські породи і відклади вступають у взаємодію

¹⁴ Іванов Є. А. Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Розвиток науки в XXI столітті* : зб. статей (м. Харків, 15 липня 2016 р.). Харків: НЦ “Знання”, 2016. Ч. 2. С. 60–66.

¹⁵ Петлін В. Синергетика ландшафту як напрямок сучасного розвитку ландшафтознавства. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2004. Вип. 31. С. 186–191.

із поверхневими, ґрунтовими і підземними водами та приземним шаром атмосферного повітря. Внаслідок такої взаємодії утворюється кора вивітрювання, яка служить основою для формування абіотичного субстрату. За певний період часу (переважно від декількох місяців до двох-трьох років) на цьому субстраті розпочинають активно розвиватися мікроорганізми та перші поселення мохів і лишайників. Накопичення органічних речовин у приповерхневому шарі субстрату сприяє появі і поширенню вищих рослин, зокрема невибагливих видів-піонерів дерев, чагарників і трав. Водночас, через надвисоку токсичність геологічних відкладів окремі геосистеми тривалий час (понад 50–100 років) можуть залишатися на абіотичній стадії розвитку.

Більшість геосистем вже через декілька років вступають в біотичну стадію розвитку, що призводить до зміни характеру взаємозв'язків їх геокомпонентів. Вони зумовлюються здебільшого суцесійними змінами рослинності. На піонерних стадіях суцесії рослинних угруповань визначаються абіотичними чинниками, а саме складом геологічних відкладів і субстрату, ступенем їх зволоження і токсичності, формами рельєфу, інтенсивністю розвитку природно-антропогенних процесів, мікрокліматичними особливостями місцевості тощо. Забезпечення сприятливіших природних умов в межах гірничопромислових ландшафтних систем дає змогу “зачепитися” першим невеликим осередкам рослинності. Первинні рослинні угруповання здебільшого невибагливі до низького вмісту поживних речовин і засолення субстрату, забруднення атмосферного повітря і ґрунтових вод та постійного втручання людини.

На подальших стадіях суцесійних перетворень рослинних угруповань зростає роль внутрішньоценотичних процесів (конкуренції, симбіозу, видового і вікового складу), відбувається формування популяційної структури геосистем. При цьому поступово зростає незалежність розвитку ґрунтового і рослинного покривів від складу геологічних відкладів і форм рельєфу, а вертикальна структура ландшафтних систем перетворюється із сильно- на слабкозв'язану. На думку М. Гродзинського¹⁶, процес формування геосистем передбачає наростання незалежності його геокомпонентів, тобто у сформованому ландшафті зростає автономія підсистем та окремих елементів. Така геосистема може досягти хаотичного стану й точки біфуркації, в якій вона обирає напрям подальшого розвитку. Водночас, слід пам'ятати щодо керованості цих геосистем, людина контролює процес самовідновлення

¹⁶ Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 2. 503 с.

їхніх природних складових, регулює інтенсивність прояву природно-антропогенних процесів¹⁷.

Загалом, гірничопромислові геосистеми мають суттєві розбіжності у формах рельєфу і субстратах, тому у процесі самовідновлення рослинності виявляють значні розходження складу і будови рослинних угруповань. Це також підсилюється різними термінами виникнення осередків рослинності. Системне бачення сукцесій і рослинних угруповань, які уособлюють їхній розвиток, виходить із розуміння геосистемного підходу. Сукцесійні системи відзначаються у багатьох випадках різними станами рослинних угруповань, а завершальна, довготривала стадія відтворення рослинного покриву вже не є сукцесійною й набуває зонального характеру¹⁸.

Закономірності розвитку природно-господарських систем висвітлено у концепції дестабілізованого навколишнього природного середовища. Згідно із положеннями концепції, дестабілізоване середовище характеризується аномально швидкими змінами структурної організації геосистем і геокомпонентів та взаємозв'язків між ними. У результаті в геосистемах виникають нові реакції на антропогенне навантаження, які проявляються у непрогнозованих трендах формування мікросередків і розвитку ландшафтоутворюючих процесів¹⁹.

Розвиток геосистем від моменту виникнення й аж до заміни іншими геосистемами відбувається через внутрішньорічні, річні і багаторічні стани²⁰. У цьому еволюційно-динамічному ряді один генетичний тип поступово змінює інший. Гірничопромислові ландшафти переходять у постмайнінгові, а ті, у свою чергу – у природно-господарських систем іншого призначення. Інакшою формою розвитку є катастрофічна, яка, на відміну від еволюційної, проявляється за надзвичайно короткий проміжок часу. При цьому відбувається прямий вплив процесів на розвиток геосистем, наприклад екстремальні опади викликають прорив дамб водо- і хвостосховищ, катастрофічні селі і паводки, нові форми лінійної ерозії, зони затоплення²¹.

¹⁷ Іванов Є. А. Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Розвиток науки в XXI столітті* : зб. статей (м. Харків, 15 липня 2016 р.). Харків: НІЦ “Знання”, 2016. Ч. 2. С. 60–66.

¹⁸ Ворошилова Н. В. Аналіз сукцесійних систем рослинності техногенних екотопів. *Грунтознавство*. 2009. Т. 10. № 1–2. С. 71–81.

¹⁹ Шмагельська М. О. Специфіка розвитку мікросередкових процесів у ландшафтах техногенного походження. *Наук. зап. Вінниць. держ. педагог. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Сер. : Географія*. 2008. Вип. 16. С. 66–72.

²⁰ Дронова О. Л. Техногенні чинники ризику виникнення надзвичайних ситуацій. *Укр. геогр. журнал*. 2009. № 4. С. 47–50.

²¹ Іванов Є. А. Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Розвиток науки в XXI столітті* : зб. статей (м. Харків, 15 липня 2016 р.). Харків: НІЦ “Знання”, 2016. Ч. 2. С. 60–66.

Формування гірничопромислових геосистем відбувається внаслідок їх функціонування, тобто сукупності різних процесів, які одночасно відбуваються в геосистемі та змінюються протягом доби, сезону чи року, за різних погодних умов. Функціонування геосистем може призводити як до їхньої стабілізації, так і подальшого розвитку чи деструкції.

3. Деструкція геосистем

Видобування і збагачення корисних копалин призводить до виникнення і формування гірничопромислових геосистем. При цьому часто використовують поняття “гірничопромисловий ландшафт” без означення морфологічної прив’язки, лише зазначаючи, що це ландшафтна система (геосистема), що виникла внаслідок гірничодобувного 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 сутність 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 геосистем 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 гірничопромислових геосистем отримують новий вигляд, близький до природного, тобто перетворюються у постмайнінгові геосистеми та отримують інше господарське призначення. Цей процес супроводжують деструктивні зміни їх структури та взаємозв’язки із навколишнім природним середовищем. Даний аспект “життя” ландшафтно-технічних систем залишається недостатньо вивченим²².

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 навколишнього природного середовища, які здебільшого зумовлені деструкцією геосистем. Загалом, такі ландшафтно-технічні системи дуже складні, а їх характеристики

²² Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання. *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*. 2012. Вип. 612–613. С. 54–59.

завжди носять стохастичний характер. Тому прогнозування процесів формування, розвитку, деструкції і зникнення ландшафтних систем носить ймовірнісний характер та уточнюють на основі 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 чого-небудь, іноді аж до повної втрати об'єктів чи ознак. При цьому деструкція коригує редуکتивну конструкцію ландшафтних систем, призводить до порушення їх структури і стійкості під впливом природних або антропогенних чинників²³. У літературі зустрічаємо невдалий термін “деструкційне забруднення”, тоді як 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, на перший погляд, подібним 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 типу бедленд. До головних ознак деградації відносимо спрощення структури геосистем, посилення активності прояву небезпечних природно-антропогенних процесів та антропогенне забруднення. На відміну від поступових, повільних деградаційних процесів та явищ, деструкція може розвиватися спонтанно, надзвичайно швидкими темпами. Іншою відмінністю порівняно із деградацією геосистем є незворотність деструктивних змін, які призводять до зникнення ландшафтних систем²⁴.

Деградаційні процеси та явища негативно позначаються насамперед на вразливих складових геосистем: поверхневих і підземних водах,

²³ Міллер Г. П. Польове ландшафтне знімання гірських територій: навч. посібн. Вид. 2-ге. Київ: ІЗМН, 1996. 168 с.

²⁴ Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>

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 подальшої їх деструкції²⁵.

Функціонування гірничопромислових територій 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 ендогенні та екзогенні чинники як техногенного, так і 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. рекультивациі, меліорації, збереження ландшафтного і біотичного різноманіття.

Загалом, гірничодобувна 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, розміри та ефекти – від повного руйнування гірничопромислових геосистем та оточуючих природно-господарських систем до створення небезпеки для життя людини. Шкідливість наслідків цієї діяльності оцінюється величиною пошкодження і забруднення складових навколишнього природного середовища та аналізу впливу цих змін на стан здоров'я чи умови проживання людини²⁶.

Незважаючи на керованість ландшафтно-технічних систем у районах розроблення корисних копалин, в них неодноразово виникають надзвичайні аварійні і навіть катастрофічні ситуації, які призводять до людських жертв, руйнування чи втрати гірничодобувного обладнання і господарського майна, трансформації і забруднення навколишнього природного середовища. Варто згадати прорив дамби Стебницького хвостосховища,

²⁵ Іванов С., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>

²⁶ Іванов С. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дисер. ... д-ра геогр. н. Київ, 2017. 40 с.

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 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 процесів²⁷. Аналогічні аварійні ситуації суттєво впливають на розвиток і функціонування гірничопромислових територій, докорінно трансформують природне середовище, призводять до збитковості й закриття гірничодобувних і гірничозбагачувальних підприємств.

Негативні наслідки прояву деструктивних процесів та явищ спричинюють втрати природних ресурсів (мінерально-сировинних, земельних, водних тощо). Їх оцінка можлива за результатами ландшафтно-екологічного моніторингу. У свою чергу, прогнози наслідків деструкції, які появляться у майбутньому, але відсутні сьогодні, слід розглядати як потенційні втрати або екологічні ризики. Екологічний ризик представляє надзвичайну ситуацію у навколишньому природному середовищі, коли за певних умов можливий прояв 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 навколишньому природному середовищі районів видобування і збагачення корисних копалин нерідко зумовлені накопиченням гірничопромислових відходів. Ці відходи впливають на стан ландшафтних систем через власний хімічний і мінералогічний склад, фізичні властивості, спосіб формування, обсяги й площу сховища. Чітко виділяють два основні ризики, які несуть об'єкти накопичення небезпечних гірничопромислових відходів. Першою загрозою є нестабільність дамб сховищ або звалищ, а другою – антропогенне забруднення через інфільтрацію токсичних речовин. Загалом, екологічними ризиками, які слід розглядати на стадії завершення експлуатації родовищ корисних копалин, вважаємо геохімічне і радіоактивне забруднення поверхневих

²⁷ Іванов С. Морфодинамічні процеси у гірничопромислових районах Західного регіону України та екологічні наслідки їхнього прояву. *Морфодинамічні процеси у Західному регіоні України: розвиток та екологічні наслідки* : монографія / за ред. Р. Гнатюка, Л. Дубіс. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2024. 292 с.

і підземних вод, ґрунтів та порушення стійкості гірничопромислових геосистем небезпечними ендо- та екзогенними процесами²⁸.

Головною руйнівною 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 форми рельєфу гірничопромислових і постмайнінгових геосистем поступово вирівнюються й виникають горбисті, а потім й горбисто-рівнинні чи навіть рівнинні поверхні. Особливо чітко відмінності у формах рельєфу відвалів, кар'єрів чи відстійників розрізняють на стадіях їх виникнення, молодості, зрілості, старості, дряхлості і зникнення (див. рис. 2). Вони мають власну специфіку, що пов'язана із особливостями складу геологічних відкладів, морфологічної структури, гідрогеологічних умов тощо²⁹.

Водночас, денудація розкриває нові родовища і прояви, призводить до формування й перерозподілу покладів корисних копалин. За однакового поєднання екзогенних чинників інтенсивність денудації залежить від літологічної основи геосистем. Ендогенні чинники та антропогенна трансформація природного середовища також порушують нормальну послідовність стадій денудації форм рельєфу. Денудаційні процеси призводять до переміщення мас і речовини міграційними потоками та подальшої їх акумуляції у понижених ділянках гірничопромислових і постмайнінгових геосистем³⁰.

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 природно-антропогенних процесів. Ці процеси супроводжують природне самовідновлення постмайнінгових геосистем.

²⁸ Гриневецький В. Т. Оптимізація ландшафтів. *Географічна енциклопедія України*. Київ : УРЕ, 1990. Т. 2. С. 463.

²⁹ Іванов С., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>

³⁰ Сметана О. М., Доліна О. О., Ярошук Ю. В. Диференціація екотопів посттехногенних ландшафтів (гідро- та літохімічний аспект). *Питання біоіндикації та екології*. 2013. Вип. 18. № 1. С. 45–58.

При аналізі спрямування розвитку деструктивних процесів та явищ в гірничопромислових геосистемах виділяють такі міграційні потоки³¹: *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 розвитку природно-антропогенних 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 навколишнього 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 гірничопромислових геосистем 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. 4). За ландшафтно-геохімічною структурою міграційні потоки поділяють на внутрішні і зовнішні та досить часто визначають за наявністю ландшафтно-геохімічних бар'єрів³², якими виступають насипи, дамби, вали, канали, протифільтраційні завіси тощо. Зокрема, для відвального класу гірничопромислових геосистем домінантним є відцентровий напрямок

³¹ Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.

³² Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій. Київ, 1998. 131 с.

дії механічної міграції, для кар'єрного – доцентровий, а для відстійного і водосховищного – вони майже зрівноважені. Зовсім інший, протилежний напрям, властивий для техногенних механічних міграційних потоків, особливо в межах відвального і кар'єрного класів 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, доцентровою³³. Подібна ситуація властива також для техногенних геохімічних міграційних потоків. Варто зазначити, що для відстійного і водосховищного класів аквального типу гірничопромислових геосистем властивий найбільш зрівноважений (для більшості видів міграції) стан, що зумовлено наявністю чітких ландшафтно-геохімічних бар'єрів у вигляді захисних дамб і насипів.

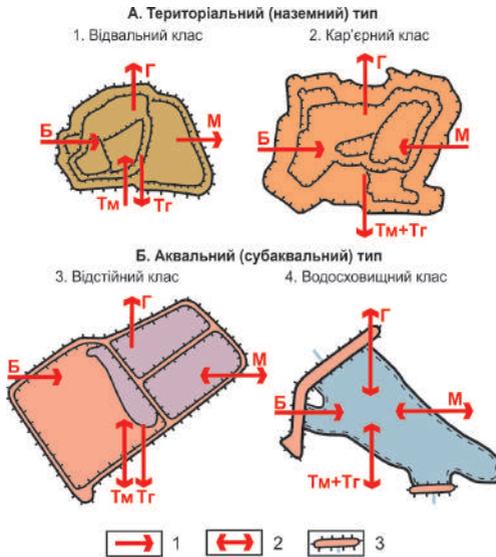


Рис. 4. Напрямки та інтенсивність міграційних потоків в межах гірничопромислових і постмайнінгових геосистем

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 – зрівноважені напрямки міграційних потоків; 3 – ландшафтно-геохімічні бар'єри.

³³ Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.

В гірничопромислових і постмайнінгових геосистемах порушена циклічність міграційних потоків. Енерго-речовинний обмін у ландшафтно-технічних системах можна співставити з виробничим ресурсним циклом. Ресурсний цикл охоплює основні стадії виробництва – від видобування мінеральної сировини до готової продукції, її експлуатації та утилізації. Головною відмінністю ресурсного циклу від природного є його відкритість, що проявляється у втратах речовини та енергії на кожній стадії виробництва, зокрема під час видобування і збагачення корисних копалин. При цьому, у гірничопромислових і постмайнінгових геосистемах домінують відцентрові міграційні потоки.

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 геосистем³⁴. Загалом, під дією антропогенних чинників взаємозв'язки між ландшафтними системами перестають бути зрівноваженими, стають нестійкими, що призводить до структурних змін гірничопромислових геосистем, а її здатність забезпечувати існування і взаємодію різних підсистем та елементів суттєво знижується.

До посилення активності прояву деструкційних процесів та явищ у гірничопромислових геосистемах 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 гірничодобувних підприємств, відсутність фінансування природоохоронних заходів, зокрема рекультивації і фітомеліорації, призводить до незворотних трансформаційних змін у структурі ландшафтних систем, неконтрольованого їх функціонування, поступової деградації, деструкції і зникнення³⁵.

Деструкція гірничопромислових геосистем 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.

³⁴ Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 2. 503 с.

³⁵ Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>

Їх існування на усіх етапах розвитку нерозривно пов'язане з проявом деструктивних процесів та явищ, які небезпечні як для життя людини, так й довкілля. Після ліквідації гірничодобувного підприємства формуються постмайнінгові геосистеми, які практично некеровані людиною.

4. Зникнення геосистем

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 ландшафту³⁶, а для складних природно-господарських систем – як сукупність оптимізаційних заходів, які спрямовані на формування продуктивніших утворень (іригація, меліорація, рекультивація 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.

Проблеми зникнення і смерті ландшафтних систем детально розглянуто у монографії М. Гродзинського³⁷. 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. 5). Усі запропоновані варіанти пов'язані із деструкцією внутрішньої структури ландшафтів.

Розглянемо особливості зникнення гірничопромислових геосистем згідно з цими варіантами. Розчинення постмайнінгових геосистем на фоні оточуючих природних геосистем – процес складний і дуже тривалий. В Україні уціліли 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.)³⁸. Це залишки

³⁶ Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ : Лікей, 1995. 233 с.

³⁷ Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 2. 503 с.

³⁸ Гайко Г., Білецький В., Мікось Т., Хмура Я. Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії). Донецьк : Донец. відділ. НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», 2009. 296 с.

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 покриву лише приховують, маскують колишнє гірниче походження цих геосистем. Заростання поверхонь давніх кар'єрів чи відвалів нерідко зумовлює не сприйняття їх як антропогенних утворень, стирає з пам'яті місцевого населення інформацію про цей етап розвитку. Діагностування пам'яток гірництва слід здійснювати за невластивими для оточуючих природних геосистем додатними чи від'ємними формами рельєфу, інколи специфічними властивостями відкладів.

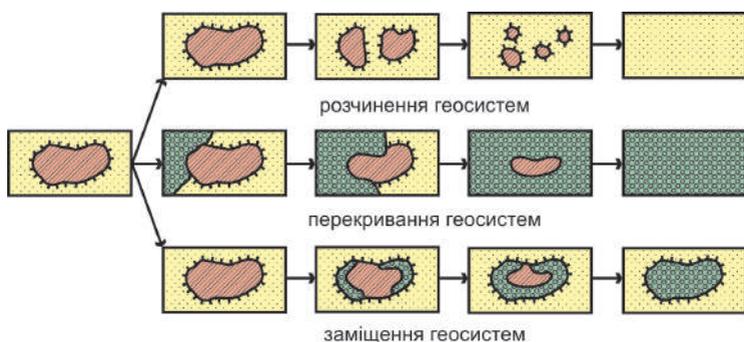


Рис. 5. Варіанти зникнення гірничопромислових і постмайнінгових геосистем³⁹ з доповненнями

Перекривання постмайнінгових геосистем є радикальнішою формою їхнього зникнення, ніж розчинення. У цьому випадку деструктивних змін зазнають не лише гірничі антропогенні геосистеми, а й оточуючі їх ландшафти. Колишні кар'єри чи відвали разом із навколишніми природними геосистемами перебивають інші, нерідко складніші антропогенні утворення. Наприклад, у процесі збільшення площі великих міст у приміських зонах зникають кар'єри будівельної сировини. Прикладами цих явищ є засипання від'ємних форм, намівання піску на заплави і створення житлових масивів.

Процес заміщення постмайнінгових геосистем іншими природно-господарськими системами відрізняється від їхнього розчинення чи перебиття тим, що нові утворення займають те саме місцеположення.

³⁹ Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 2. 503 с.

Так, у кар'єрних виїмках, картах хвостосховищ і відстійників 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 суцесійними змінами.

Незважаючи на те, що кожний випадок зникнення гірничопромислових геосистем специфічний, існують певні закономірності. Ймовірність зникнення геосистем є тим більшою, а час коротшим, чим менше відрізняються їх морфологічні складові від аналогічних складових навколишніх природних ландшафтних систем. Так, кар'єри місцевої будівельної сировини, які за складом корінних відкладів практично не відрізняються від оточуючих ландшафтних систем, зникають швидше. Важливу роль у швидкості деструкції постмайнінгових геосистем 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 років⁴⁰. 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 геосистема утворена людиною у процесі видобування і збагачення покладів корисних копалин, то як довго зберігатиметься її антропогенний стан після ліквідації гірничовидобувного підприємства, чи він зникне лише разом зі смертю геосистеми? На думку Ф. Мількова, антропогенний статус в геосистемах щезає лише з їх зникненням. У свою чергу, В. Петлін вважає, що не варто плутати фізіономічні і функціональні властивості територіальних утворень⁴¹. Процес руйнування гірничопромислових ландшафтів у навколишньому природному середовищі розпочинає одразу від моменту початку їхнього формування, бо вони для довкілля є деструктивним явищем. Головним

⁴⁰ Іванов Є. Особливості зникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. XXIII-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (20–21 травня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 23. С. 34–36.

⁴¹ Петлін В. М. Системна природнича географія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 249 с.

чинником при цьому залишається деструкція взаємозв'язаних геосистем в межах утворених гірничопромислових об'єктів (кар'єрів, відвалів, відстійників тощо), які керовані людиною. Після завершення розроблення корисних копалин (вже у постмайнінгових геосистемах), вплив денудаційних процесів, які зумовлюють пристосування гірничопромислових ландшафтів до навколишнього 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 геосистем 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 суцесійні зміни у постмайнінгових геосистемах, які призводять до їх повної деструкції і знищення, нечітко виражені й по-різному трактуються. Констатацію факту, що гірничопромислова ландшафтна система замінена іншим (природно-антропогенним) утворенням нерідко приймаємо 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 за умов повного фізичного зникнення вони залишаються у пам'яті місцевого населення у вигляді топонімів чи пам'ятних знаків⁴².

Про появу нової постмайнінгової геосистеми на місці гірничопромислових геосистем 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 використовують як ареали для накопичення промислових і побутових відходів. У хвостосховищах і відстійниках продовжують зберігати величезні обсяги відходів збагачення

⁴² Іванов С. Особливості зникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. XXIII-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (20–21 травня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 23. С. 34–36.

і перероблення урану, залізної руди, кам'яного вугілля, сірки, калійних солей тощо. Чимало кар'єрних виїмок перетворено у несанкціоновані сміттєзвалища.

ВИСНОВКИ

На основі викладеного пропонуємо такі висновки:

1. Досліджено питання розвитку гірничопромислових і постмайнінгових геосистем, зокрема особливості їх виникнення, формування і зникнення. При цьому окреслено стадії (етапи) і варіанти еволюційних змін цих геосистем.

2. Виникнення гірничопромислових геосистем зумовлено початком видобування і збагачення корисних копалин в межах природно-господарських систем іншого генезису. Власне зміна походження геосистем у процесі розроблення мінеральної сировини виокремлює ці геосистеми від оточуючих природного чи іншого генезису.

3. Особливу увагу присвячено аналізу деструкції цих геосистем. Акцентовано увагу на проблемах наукової термінології, зокрема на співвідношенні понять деструкції і деградації ландшафтно-технічних геосистем. Охарактеризовано прояв природно-антропогенних (здебільшого деструктивних) процесів та явищ в межах гірничопромислових і постмайнінгових геосистем. Зокрема виявлено співвідношення та переважаючий напрямок основних видів міграційних потоків.

4. Проаналізовано особливості зникнення кар'єрів, відвалів, відстійників, хвостосховищ, виробничих територій та об'єктів тощо та утворення постмайнінгових геосистем. Існує три варіанти зникнення геосистем, які умовно називаємо розчиненням, перекриванням і заміщенням їх місця. Про появу нових геосистем на місці гірничопромислових ландшафтів може свідчити зміна їх господарського чи іншого функціонального призначення.

АНОТАЦІЯ

Розглянуто питання розвитку гірничопромислових і постмайнінгових геосистем, зокрема особливості їх виникнення, формування і зникнення. Окреслено стадії (етапи) і варіанти еволюційних змін цих геосистем. Визначено шляхи виникнення гірничопромислових (початок видобування і збагачення корисних копалин) і постмайнінгових (ліквідація чи консервація гірничодобувних підприємств) геосистем. Описано прояв небезпечних природно-антропогенних (здебільшого деструктивних) процесів та явищ в межах гірничопромислових і постмайнінгових геосистем. Виявлено співвідношення та переважаючий напрямок основних видів міграційних потоків. Проаналізовано особливості зникнення

кар'єрів, відвалів, відстійників, хвостосховищ, виробничих територій та об'єктів тощо та утворення постмайнінгових геосистем. Про появу нових геосистем на місці гірничопромислових ландшафтів свідчить зміна їхнього господарського чи іншого функціонального призначення.

Література

1. Ворошилова Н. В. Аналіз сукцесійних систем рослинності техногенних екотопів. *Ґрунтознавство*. 2009. Т. 10. № 1–2. С. 71–81.
2. Гайко Г., Білецький В., Мікось Т., Хмура Я. Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії). Донецьк : Донец. відділ. НТШ, «Редакція гірничої енциклопедії», 2009. 296 с.
3. Гриневецький В. Т. Оптимізація ландшафтів. *Географічна енциклопедія України*. Київ : УРЕ, 1990. Т. 2. С. 463.
4. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 2. 503 с.
5. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ : Лікей, 1995. 233 с.
6. Данілова О. А. Історико-географічні особливості формування гірничо-промислових ландшафтів Олександрійського буровугільного району. *Географія в інформаційному суспільстві* : зб. наук. праць. У 4 т. Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. III. С. 287–289.
7. Дронова О. Л. Техногенні чинники ризику виникнення надзвичайних ситуацій. *Укр. геогр. журнал*. 2009. № 4. С. 47–50.
8. Іванов Є. А. Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Розвиток науки в XXI столітті* : зб. статей (м. Харків, 15 липня 2016 р.). Харків: НІЦ “Знання”, 2016. Ч. 2. С. 60–66.
9. Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дисер. ... д-ра геогр. н. Київ, 2017. 40 с.
10. Іванов Є. А., Андрейчук Ю. М., Лобанська Н. І. Проблеми геоінформаційного моделювання гірничопромислових геосистем. *Фізична географія та геоморфологія*. 2005. Вип. 48. С. 180–186.
11. Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання. *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*. 2012. Вип. 612–613. С. 54–59.
12. Іванов Є. А., Ковальчук І. П., Андрейчук Ю. М. Теоретико-методологічні основи й методика геоecологічного картографування і моделювання гірничопромислових геокомплексів. *Наук. вісн. Волин. держав. ун-ту ім. Лесі Українки. Геогр. науки*. 2006. № 2. С. 15–23.

13. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.
14. Іванов Є. Методика еколого-ландшафтознавчого картографування гірничо-видобувних територій. *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*. 2001. Вип. 104. С. 207–213.
15. Іванов Є. Морфодинамічні процеси у гірничопромислових районах Західного регіону України та екологічні наслідки їхнього прояву. *Морфодинамічні процеси у Західному регіоні України: розвиток та екологічні наслідки* : монографія / за ред. Р. Гнатюка, Л. Дубіс. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2024. 292 с.
16. Іванов Є. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матер. XV-ої Міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. (30 червня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.
17. Іванов Є. Особливості зникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. XXIII-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (20–21 травня 2016 р.). Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 23. С. 34–36.
18. Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>
19. Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Ключник В. В. Картографування геоекологічного стану природно-господарських систем гірничопромислових територій. *Часопис картографії*. 2011. Вип. 2. С. 129–137.
20. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій. Київ, 1998. 131 с.
21. Міллер Г. П. Польове ландшафтне знімання гірських територій : навч. посібн. Вид. 2-ге. Київ : ІЗМН, 1996. 168 с.
22. Петлін В. М. Конструктивна географія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 544 с.
23. Петлін В. М. Системна природнича географія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 249 с.
24. Петлін В. М. Стан і перспективи розвитку природничої географії. *Укр. геогр. журнал*. 2010. № 2. С. 14–21.
25. Петлін В. Синергетика ландшафту як напрямок сучасного розвитку ландшафтознавства. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2004. Вип. 31. С. 186–191.
26. Сметана О. М., Долина О. О., Ярошук Ю. В. Диференціація екотопів посттехногенних ландшафтів (гігро- та літохімічний

аспект). *Питання біоіндикації та екології*. 2013. Вип. 18. № 1. С. 45–58.

27. Сметана С. М., Сметана О. М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів як основа для направленою формування вторинних екосистем на порушених гірничими роботами землях Кривбасу. *Вісн. Криворізь. техн. ун-ту*. 2009. Вип. 24. URL: http://knu.edu.ua/Files/24_2009/st_39.pdf.

Information about the authors:

Ivanov Yevhen,

Doctor of Geographical Sciences, Professor,
Head of the Department of Constructive Geography and Cartography
Ivan Franko National University of Lviv
41, Doroshenko str., Lviv, 79007, Ukraine

Ostapuyk Volodymyr,

Postgraduate Student at the Department
of Constructive Geography and Cartography
Ivan Franko National University of Lviv
41, Doroshenko str., Lviv, 79007, Ukraine

Kornus Anatolii,

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department
of General and Regional Geography,
Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko
87, Romenska str., Sumy, 40002, Ukraine