

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ: ТЕОРІЯ

УДК 911.2:622

DOI: 10.31652/2786-5665-2023-3-14-28

Іванов Є.А.

доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри конструктивної географії і картографії. Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна.

yevhen.ivanov@lnu.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-6847-872X>

ГІРНИЧОПРОМИСЛОВІ ЛАНДШАФТИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОЗВИТКУ, ДИНАМІКИ І ФУНКЦІОНУВАННЯ

Анотація. Розглянуто актуальні питання організації гірничопромислових ландшафтів, зокрема їхнього розвитку, динаміки і функціонування. Проаналізовано особливості виникнення, формування і зникнення гірничопромислових геосистем. Розкрито питання визначення моменту появи новостворених ландшафтно-техногенних систем. Виділено стадії формування і розвитку цих геосистем: виникнення (народження), молодості (юності), зрілості, старості, дряхлості, зникнення (смерті). Виокремлено етапи антропогенної трансформації районів видобування і збагачення корисних копалин. Сформульовано головні положення прояву динамічних (природно-антропогенних) процесів у гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних системах, формування і направленості ландшафтних потоків та загального процесу ландшафтоутворення. Визначено принципи функціонування ландшафтних систем, що утворилися внаслідок розроблення покладів корисних копалин.

Ключові слова: ландшафт, гірничопромислова геосистема, розвиток, формування, динаміка, функціонування, природно-антропогенні процеси.

Ivanov E.A. MINING LANDSCAPES, THEIR DEVELOPMENT, DYNAMICS AND FUNCTIONING

Abstract. Current issues of the organization of mining landscapes, in particular their development, dynamics and functioning, are considered. The features of the emergence, formation and disappearance of mining geosystems are analyzed. The question of determining the moment of appearance of newly created landscape-technogenic systems is revealed. The emergence of mining geosystems is due to the beginning of extraction or beneficiation of minerals within the natural-economic systems of a different genesis. The formation of mining geosystems coincides with the beginning of the construction of a mining enterprise. The stages of formation and development of these geosystems are distinguished: emergence (birth), youth (juvenile), maturity, old age, decrepitude, disappearance (death). The stages of anthropogenic transformation of areas of mineral extraction and beneficiation are singled out. During the formation of geosystems, their landscape structure is transformed. The formation of geosystems begins with the abiotic stage of their development. After the completion of mineral development and the closure of mining enterprises, the active phase of the disappearance of mining geosystems begins. At the same time, they move to post-mining geosystems, and those to natural-economic systems of a different purpose. The disappearance of geosystems occurs by dissolving, overlapping and replacing the place of the landscape. The main provisions of the manifestation of dynamic (natural-anthropogenic) processes in mining and post-mining landscape systems, the formation and direction of landscape flows and the general process of landscape formation are formulated. The principles of the functioning of landscape systems formed as a result of the development of mineral deposits are determined. The functioning of mining and post-mining geosystems depends on the activity of dangerous endogenous and exogenous processes, and their list is determined by the specifics of mining and other anthropogenic influences in mineral development areas. An important place in the dynamics and development of geosystems is given not only to the change or emergence of plant communities, but also to the formation of integral biogeocenoses.

Key words: landscape, mining geosystem, development, formation, dynamics, functioning, natural-anthropogenic processes.

Постановка проблеми. Гірничопромисловими ландшафтами є геосистеми, в межах яких розробляють родовища корисних копалин. При цьому проводять не лише видобування, а й збагачення та первинне перероблення мінеральної сировини (Іванов, 2007). Тут сформовані антропогенні системи (копальні, кар'єри, відвали тощо) та елементи (будівлі, дороги, трубопроводи та ін.), які певним чином взаємодіють між собою і з природним середовищем. Господарська діяльність у межах гірничопромислових територій та об'єктів призводить до суттєвої антропогенної трансформації природних, формування на їхньому місці нових і зникнення існуючих антропогенних геосистем (Іванов, 2009).

До гірничопромислових ландшафтів відносять складні природно-техногенні системи з обмеженим періодом оптимального функціонування як господарського об'єкта. При цьому у створенні і функціонуванні системи “гірничодобувне підприємство – природне середовище”, виділяють стадії (Шкіца, 2006): розвідування, проектування і будівництво підприємства; оптимального функціонування підприємства із забезпеченням прибуткового розроблення корисних копалин; збиткового виробництва, зупинення гірничих робіт, тимчасове закриття, консервації чи ліквідації підприємства; післяліквідаційне (постмайнінгове) відновлення природного середовища.

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 гірничодобувних і гірничозбагачувальних під-

приємств, що зумовлює активізацію деструктивних процесів та явищ (Іванов та Ковальчук, 2016). Під постмайнінговими геосистемами потрібно розуміти як рекультивовані, так і “закинуті” ландшафтні утворення.

Для гірничопромислових геосистем властиві специфічні умови їхнього розвитку, динаміки і функціонування, які не достатньо вивчені і потребують детального ландшафтного і ландшафтно-екологічного аналізу.

Аналіз джерел та останніх досліджень. Актуальним питанням організації ландшафтів різного генезису присвячено чимало робіт, серед яких окремо варто виділити фундаментальну двотомну монографію М. Гродзинського (Гродзинський, 2005). У цій роботі окреслено проблеми визначення місця і простору ландшафтів, зокрема їхнього розвитку, динаміки і функціонування. Варто також відзначити, що для природних геосистем ці закономірності розкриті детальніше, ніж для антропогенних, зокрема й гірничопромислових ландшафтних утворень. Серед авторів, що стояли у витоків проблем організації гірничопромислових ландшафтів України варто виділити Л. Булаву (Булава, 1998) та Г.І. Денисика (Денисик, 1998). Спробуємо підсумувати й власні напрацювання, зокрема щодо антропогенізації ландшафтів (Іванов та Ковальчук, 2012), розуміння гірничопромислових геосистем (Іванов, 2019) та їхніх меж (Іванов, 2016г), а також проблем оптимізації (Рудько, Іванов та Ковальчук, 2019) і ландшафтно-екологічного картування (Іванов, Ковальчук та Андрейчук, 2006; Ковальчук, Іванов та Ключник, 2011) тощо.

Питання розвитку гірничопромислових геосистем на жаль залишається практично не висвітленим у ландшафтознавстві. Для природних геосистем воно розглянуто як проблема виникнення нового із старого, що висвітлено у концепції інваріанта ланд-

шафту (Гродзинський, 1995), а для природно-господарських систем – із позиції сукупності оптимізаційних заходів, спрямованих на формування продуктивніших утворень (іригація, меліорація, рекультивація тощо). У попередніх публікаціях ми проаналізували проблеми виникнення (Іванов, 2016а), формування (Іванов, 2016д), деструкції (Іванов та Ковальчук, 2016) і зникнення (Іванов, 2016б) гірничо-промислових геосистем. Чимало робіт присвячено питанням динаміки (Іванов, 2016в) і функціонування (Іванов та Тиханович, 2018) гірничо-промислових геосистем. Значний досвід накопичено у вивченні динамічних змін геокомпонентів цих геосистем, а саме літологічної основи, форм рельєфу, особливо відновлення ґрунтового і рослинного покривів.

Метою статті є визначення та окреслення закономірностей розвитку, динаміки і функціонування гірничо-промислових ландшафтів.

Виклад основного матеріалу. Розуміння поняття «розвиток» сформовано після усвідомлення направленості 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 із появою нового і зникненням старого. Розвиток гірничо-промислових ландшафтних систем пов'язаний із їх виникненням, формуванням і зникненням.

З філософської точки зору, природне середовище 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 всім об'єктам неживої й живої природи та суспільства. Кожна геосистема має власний початок, тобто момент народження та

виникає не на порожньому місці, а на основі попередній геосистем іншого генезису. Процес виникнення пов'язаний із розвитком нових властивостей геосистеми, які не характерні для її попередника (Іванов, 2016а).

Виникнення гірничо-промислових геосистем зумовлено початком видобування чи збагачення корисних копалин в межах природно-господарських систем іншого генезису. Власне генезис у процесі розроблення мінеральних ресурсів виокремлює гірничо-промислові геосистеми від оточуючих. Ці геосистеми відрізняються специфічними морфологічними і морфометричними рисами. Отже, в основі народження геосистем лежить їх відмінність від природного середовища, а основною проблемою є з'ясування генезису цієї відмінності.

Питання виникнення гірничо-промислових геосистем орієнтоване на визначення (датування) абсолютного моменту їхнього народження (Іванов, 2016а). 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, гірничодобувні відходи тощо. Із цього моменту розпочинається відлік розвитку гірничо-промислових ландшафтів, які можуть змінюватися до невпізнанності шляхом формування відвалів, кар'єрів чи відстійників. Ці події часто можна датувати в абсолютних вимірах часу.

Початком формування гірничо-промислових геосистем вважаємо старт будівництва гірничодобувного чи гірничозбагачувального підприємства. Власне 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 фабрик збагачення прискорює формування гірничопромислових геосистем, запускає повноцінний технологічний процес. На етапі проведення геологорозвідувальних робіт також відбуваються трансформаційні зміни, пов'язані із утворенням незначних обсягів субстратів, що в окремих випадках призводять до появи ландшафтних утворень фаціального рівня, які на жаль залишаються недостатньо вивченими.

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 й якісним збільшенням тотожної множини її підсистем та окремих елементів. На стадії молодості геосистеми, відбувається поява у неї нових якостей природного і функціонального характеру. Водночас, на початку формування геосистеми існують суперечливості процесів їх диференціації та інтеграції. При цьому посилення диференціації підсистем та елементів ландшафтних систем, скріплює взаємозв'язки між її геокомпонентами. Головним рушієм розвитку гірничопромислових геосистем виявляється при цьому протиріччя між новими елементами і старими головно природними ландшафтними системами, які завдяки зусиллям людини і техніки завершуються перемогою нового, тобто формуванням нової геосистеми (Іванов, 2016d).

На стадіях виникнення і молодості геосистем, спостерігається кількісне зростання нових підсистем та елементів, а відповідно ускладнення ландшафтної структури. Таке ускладнення відбувається до моменту, коли форми рельєфу досягають стадії зрілості. Власне від цієї стадії починається 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, має місце перехід кількості в якість. Коли кількісні зміни досягають певних меж, відбувається швидкий перехід у нову якість. Цей перехід ми не завжди можемо зафіксувати та вказати, коли саме відбувається формування стадії старості. Головною ознакою вважаємо домінування руйнівних екзогенних процесів над проявами техногенної діяльності, 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. Прикладом є протилежність підсистем дамб і заповнених 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 й через домінування одних з них відносно інших. При цьому техногенні елементи «диктують» умови існування і самовідновлення для природних в межах геосистем та їхніх околицях. Сила антропогенного пресингу є високою і зумовлює трансформацію природних геосистем довкола гірничопромислових геосистем у радіусі до 200–500 м, а інколи й понад 1 000 м.

З віком геосистеми «старіють», але цей процес не стільки стосується підсистем й окремих елементів, як внутрішніх взаємозв'язків між ними чи із оточуючим природним середовищем. Стадію старіння геосистем вважають емерджентною (Петлін, 2004). Процес

старіння і зникнення геосистем нерозривно пов'язаний із проявом деструктивних процесів та явищ.

Усі ландшафтні системи народжуються, певний час існують й 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 сформовані геосистеми та які відрізняються морфологічними і морфометричними особливостями. Ці зміни пов'язані як з безпосередніми антропогенними впливами (видобуванням і збагаченням корисних копалин, будівництвом та експлуатацією об'єктів, природокористуванням тощо), так й супутніми екзогенними процесами (зсуви, ерозія, карст, підтоплення та ін.).

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 довкілля і життєдіяльності людини. Варто пам'ятати, що власне людина створює умови розвитку цих геосистем та несе відповідальність за їх безаварійне функціонування (Іванов, 2016д).

Під час формування геосистем постійно відбуваються перетворення їх ландшафтної структури. Вони наступають за умов протидії між існуючими та новоствореними елементами, що утворилися під час 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 лише створюються. Перетворення може передбачати й реорганізацію геосистем, а також їх трансформацію як складову іншої, набагато більшої геосистеми. Як основні реорганізаційні процеси варто 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 інше природне середовище як при збільшенні обсягів виробництва, так і ліквідації підприємства 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 неминуче зазнає подальшого перетворення. Зазвичай, антропогенна діяльність прискорює природній хід процесів організації геосистем (Іванов, 2016б).

Під час тривалого розвитку гірничопромислової геосистеми складові (геокомпоненти) пристосовуються один до одного, розпочинають взаємодіяти між собою, а ландшафтне утворення стає ціліснішим і стійкішим. Формування геосистем в межах гірничопромислових об'єктів чи їхніх ділянок, які не використовують у технологічному процесі видобування і збагачення корисних копалин,

проходить самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів.

Формування геосистем розпочинається із абіотичної стадії їхнього розвитку. Одразу від виникнення геосистеми, відкриті або складовані на земній поверхні гірські породи і відклади вступають у взаємодію із поверхневими, ґрунтовими і підземними водами та приземним шаром атмосферного повітря. Внаслідок тісної 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 (Іванов, 2016д).

Більшість геосистем вже через декілька років вступають у біотичну стадію розвитку, що призводить до зміни характеру взаємозв'язків їх геокомпонентів. Вони зумовлені здебільшого сукцесійними змінами рослинності. На піонерних стадіях сукцесії рослинних угруповань визначається абіотичними чинниками, а саме складом геологічних відкладів і субстрату, ступенем їх зволоження і токсичності, формами рельєфу, інтенсивністю прояву екзогенних процесів, мікрокліматичними особливостями місцевості тощо. Забезпечення сприятливіших природних умов гірничопромислових геосистем дає змогу «зачепитися» першим невеликим осередкам рослинності. Первинні рослинні угруповання здебільшого невибагливі до низького вмісту поживних речовин і засолення субстра-

ту, забруднення атмосферного повітря і ґрунтових вод та регулярного втручання людини.

На подальших стадіях сукцесійних перетворень рослинних угруповань зростає роль внутрішньоценотичних процесів (конкуренції, симбіозу, видового і вікового складу), а також 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 геосистем перетворюється із сильно- на слабкозв'язану. На думку М. Гродзинського (Гродзинський, 2005), 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, потрібно пам'ятати щодо керованості цих геосистем, людина контролює процес самовідновлення їхніх природних складових, регулює інтенсивність прояву екзогенних процесів.

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. Сукцесія відзначається у багатьох випадках різними станами рослинних угруповань, а завершальна, тривала стадія відтворення рослинного покриву вже не відноситься до сукцесійної та поступово набуває зонального характеру (Ворошилова, 2009).

Розвиток геосистем від моменту виник-

нення й аж до заміни іншими геосистемами відбувається через різночасові, головню річні і багаторічні стани. В еволюційно-динамічному ряді один генетичний тип поступово змінює інший. При цьому гірничопромислові ландшафти переходять у постмайнінгові, а ті, у свою чергу, у природно-господарські геосистеми іншого призначення. Іншою формою розвитку є катастрофічна, яка на відміну від еволюційної, проявляється за надзвичайно стислий 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 чи зони підтоплення. Формування гірничопромислових геосистем відбувається внаслідок його функціонування, тобто сукупності різних процесів, які одночасно протікають в геосистемі та змінюються протягом доби, сезону чи року, за різних погодних умов. Функціонування геосистем може призводити як до їх стабілізації, так і подальшого розвитку чи деструкції.

Проблеми зникнення і смерті ландшафтних систем детально розглянуто у монографії М. Гродзинського (*Гродзинський, 2005*). 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 геосистемами. Усі запропоновані варіанти пов'язані із деструкцією внутрішньої структури ландшафтів.

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 геосистем відіграє їх площа і форма. Дрібніші за площею геосистеми скоріше будуть розчинені у власному оточенні. Кар'єри і відвали площею до 1 га розчиняються за 5-10 років, тоді як деструкційні процеси у великих гірничих об'єктах тривають 100 і 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 (*Іванов, 2016б*).

Поряд із розвитком, в організації гірничопромислових і постмайнінгових геосистем важливу роль відіграють динамічні процеси. До динаміки цих геосистем потрібно зараховувати й функціонування, тобто всі зміни в них, що не призводять до заміни одного типу структури іншим (наприклад, добову і сезонну динаміку), та їх розвиток, що супроводжується поступальними незворотними змінами, які зумовлюють зміну структури. Динамічні зміни відбуваються як під час експлуатації родовищ корисних копалин, так і ще довго після їх завершення, що призводить до багаторазової корінної перебудови структури цих геосистем. Як природні, так і гірничопромислові геосистеми мають власне минуле, сучасне і майбутнє. Пізнання ландшафтної структури районів розроблення корисних копалин потрібно проводити за допомогою історико-генетичних рядів. Кожен ряд складають ланки, які є самостійними

геосистемами: від першої, вихідної – природної, яка зникає при виникненні гірничопромислової і до останньої – постмайнінгової, що поступово набуває природних рис. Початкові стадії розвитку геосистем мають нестійкі умови для формування ґрунтового і рослинного покривів, а для зрілих стадій – властива стійкіша сукцесійна динаміка біокомпонентів.

Функціонуванням геосистем є сукупність процесів обміну і перетворення речовини, енергії та інформації унаслідок трансформації сонячної енергії, режиму вологообігу, дії ендо- та екзогенних процесів тощо. У розумінні функціонування гірничопромислових геосистем вирішальну роль відіграє принцип нерівнозначності їх геокомпонентів. Принцип передбачає існування провідного чинника, яким виступає літогенна основа геосистем. Вагомість всіх геокомпонентів у формуванні морфологічної структури геосистем, у їхньому функціонуванні і розвитку беззаперечно, однак роль кожного з них – різна. Власне ранжування геосистем відповідно до рівня антропогенної трансформації геокомпонентів у ряд (окремі фіто-, гідро- і літоваріантні ранги) дає змогу вивчати особливості їхнього функціонування і подальшого розвитку, зокрема й відновлення природних властивостей за умов зменшення антропогенного впливу (Сорокіна, 2004).

Пізнання суті гірничопромислових геосистем враховує також три принципи їхнього функціонування: сумісності геосистем природного і техногенного генезису, аналогії і випереджувального вивчення районів розроблення покладів корисних копалин. Принцип сумісності геосистем природного і техногенного генезису полягає в тому, що в організації гірничопромислових геосистем успадковують риси схожості із попередніми природними геосистемами, які існували на цьому місці ще до початку розроблення корисних копалин.

Така спадковість у кожному окремому випадку проявляється по-різному. Наприклад, риси схожості заплавних геосистем, що утворилися у після розроблення покладів торфу виражені у появі в їхній структурі нових аквальних систем із зачатками рослин, які характерні для корінних заплавних угруповань. Принцип аналогії застосовують для вивчення геосистем з двох позицій. По-перше, він ґрунтується на тезі про давніший вік гірничопромислових геосистем, ніж це досліджено. Найдавніші гірничі виробки датовані палеолітом і неолітом. Дослідження давніх геосистем дасть змогу точніше визначити напрямок і швидкість розвитку аналогічних сучасних геосистем. По-друге, згідно з цим принципом результати дослідження в межах одного регіону за умов схожих природних умов та однакової технології розроблення корисних копалин поширюють на інші регіони. Принцип випереджувального вивчення районів розроблення корисних копалин ґрунтується на тому, що для оптимізації потрібно мати вихідний історичний «зріз» природних умов, який є еталонним зразком під час їхньої рекультивациі. Це дасть змогу ефективніше вирішити проблеми взаємодії між природними та антропогенними геосистемами. Пізнання особливостей функціонування, структурної організації, просторового поширення та інших властивостей гірничопромислових територій пов'язано зі знанням технології робіт.

Функціонування гірничопромислових і постмайнінгових геосистем залежить від активності екзогенних процесів, а їхній перелік визначений специфікою гірничодобувного та інших антропогенних впливів в межах району розроблення корисних копалин. На відміну від природних, гірничопромислові геосистеми мають власний, особливий режим техногенних змін, трансформацій у структурі і функціонуванні. Чинниками, що визначають функціонування гірничопромислових

геосистем є механічна – розвивається унаслідок ведення гірничих робіт, передбачає механічне, передбачене технологічною схемою переміщення геологічних відкладів людиною; геофізична (геодинамічна) – пов’язана з інтенсивністю прояву екзогенних процесів, переміщенням і трансформуванням геологічних відкладів; геохімічна – проявляється під час міграції і накопичення хімічних елементів і радіонуклідів, процесів забруднення; біогенна – виникає як внаслідок природного, так й техногенного впливу і зв’язана із самовідновленням і рекультивацією біотичних компонентів, створенням нових біогеоценозів (Іванов та Тиханович, 2018).

Активність геодинамічних процесів у різних видах гірничопромислових геосистемах є різною як за інтенсивністю, так і за напрямом дії впливу. Наприклад, вплив механічної групи чинників для відвального класу антропогенних геосистем є додатним, для кар’єрного – від’ємним, а для відстійного – періодично додатним чи від’ємним. Для цього класу після припинення антропогенного впливу властива швидкоплинність самовідновлення природної ландшафтної структури, процеси розсіяння хімічних елементів, а відповідно покращення екологічної ситуації. Кар’єрний і відстійний класи гірничопромислових геосистем порівняно з відвальним класом є насамперед штучними утвореннями, які потребують постійного втручання і регулювання з боку людини, проведення рекультивації тощо. Вони накопичують техногенні хімічні елементи і є небезпечними гірничодобувними об’єктами (Рудько, Іванов та Ковальчук, 2019).

Важливе, інколи визначальне, місце у функціонуванні гірничопромислових геосистем відводиться динаміці і розвитку рослинних угруповань. Розроблення корисних копалин спричинює заміну чи виникнення не лише окремих рослинних угруповань,

а й складних цілісних біогеоценотичних систем вищого таксономічного рангу. Специфіка геосистем полягає у тому, що формування їхнього рослинного покриву відбувається, зазвичай, на оголених гірських породах або інших субстратах, фактично без ознак ґрунтоутворення, збіднених мінеральними та органічними речовинами. Інтенсивність заселення геосистем рослинами залежить від характеру геологічних відкладів і форм рельєфу, що сформувалися у процесі розроблення корисних копалин. Вона змінюється від поселення поодиноких і випадкових за складом рослин до масової появи невибагливих та аборигенних видів. Аналогічні зміни пов’язані із сукцесією – послідовною незворотною і закономірною зміною існуючого рослинного угруповання (біогеоценозу) іншим. За походженням сукцесій ні зміни потрібно відносити до первинних, які розвиваються одночасно із ґрунтоутворенням під впливом потрапляння насіння із оточуючих ландшафтів, відмирання нестійких до екстремальних умов сіяньців і лише значно пізніше, під впливом міжвидової конкуренції (Романюк, 2008). Напрямок змін сукцесійного ряду рослинних угруповань і швидкість переходу від піонерних до добре структурованих біогеоценозів також є різною та залежить від особливостей мікро- і мезоформ рельєфу, характеру техногенного субстрату (складу суміші розкритих порід, гірничопромислових відходів тощо), рис водного режиму і мікроклімату. Для формування стійких рослинних угруповань важливо створити продуктивний ґрунтовий шар субстрату. При цьому варто врахувати, що у різних природних умовах розвиток ембріоземів відбувається за провінціально-зональним типом і пов’язаний з розвитком рослинності.

Гірничопромислові ландшафти складаються із елементів і геокомпонентів, які завдяки власній організації впливають між собою

та природне середовище. Під впливом сил та взаємозв'язків між структурними елементами у геосистемах виникають потоки переміщення, міграції і трансформації речовини, енергії та інформації (Геник, 2013). Ландшафтні потоки вбачають визначені цілеспрямовані переміщення речовин і хімічних елементів в межах гірничопромислових геосистем. Виділяють консервативні і динамічні потоки. До геокомпонентів розвитку консервативних потоків відносять геологічну будову і рельєф. Геологічні відклади і субстрат можуть як сприяти формуванню і переміщенню потоків, так і виступати бар'єрами для міграції елементів. Форми рельєфу впливають на ландшафтні потоки, визначають їхній напрямок та інтенсивність. Динамічні потоки надходять у геосистеми з повітряними масами, опадами, поверхневими і підземними водами тощо. Потужність потоків зумовлена динамікою природних і природно-антропогенних процесів, зокрема деформацією земної поверхні, утворенням нових денудаційних та акумулятивних форм техногенного рельєфу; деградацією і забрудненням ґрунтового покриву; зміною видового складу і структури рослинних угруповань тощо (Задорожня, 2008).

Прояв геодинамічних і структуро-формуєчих процесів у геосистемах відбувається за рахунок як зовнішньої, так і внутрішньої, саморегулюючої енергії самої геосистеми, акумульованої від початку її створення. Однак, ландшафтами накопичується не лише енергія і речовина, але й інформація (пам'ять геосистеми). З іншого боку, гірничопромислові геосистеми є місцем господарської діяльності людини. Вони є «продуктом» коєволюційної взаємодії природної і суспільної сфер. Людина виступає активним споживачем, носієм і продуцентом енергії, речовини та інформації, яка надходить від природного середовища.

Енергетичні потоки, що надходять до гір-

ничопромислових геосистем, розподілені по площині не рівномірно і залежать від властивостей, будови та характеру розміщення певного гірничодобувного об'єкту. Інтенсивність потоків енергії трансформується у зв'язку з появою нового, розбіжного за природними властивостями від поверхневого, шару геологічних відкладів у відвалах або його зникнення у кар'єрах. Іншим чинником, що впливає на енергетичні потоки є нахил земної поверхні і зв'язана з ним експозиція і крутизна схилів. Гірничодобувні об'єкти нерідко мають значні ухили поверхні (від 20 до 60°) і протилежні експозиційні схили. За потужністю енергетичних потоків сильно відрізняються схили південної і північної експозиції. Це додатково трансформує як зовнішні, так і внутрішні потоки енергії, речовини та інформації (Іванов, 2016).

Надходження речовини у результаті розроблення корисних копалин, а, відповідно, і забруднення гірничопромислових територій та об'єктів, пов'язане з інтенсивністю атмосферних потоків та опадів, екзогенних процесів тощо. Витратну частину балансу речовини геосистем визначає динаміка ерозійних, дефляційних і руслових процесів. Окрім природних процесів, які виникають унаслідок інтенсивного гірничодобувного та інших антропогенних впливів, активно розвиваються природно-антропогенні. Власне ці процеси є головними, панівними у районах розроблення корисних копалин. Вони впливають на функціонування і динаміку гірничопромислових геосистем, призводять до антропогенної трансформації, а в окремих випадках і до повної деградації геосистем (Іванов, 2007).

Власне природно-антропогенні процеси із високою динамічністю, створюють сучасний вигляд гірничопромислових ландшафтів. Серед цих процесів особливе значення посідають швидкоплинні процеси з часом прояву

у 100-102 год. Активізація процесів в умовах складних ландшафтно-техногенних систем призводить до появи нових форм рельєфу, що нехарактерні для природних аналогів. Водночас, самі процеси набувають іншого змісту та втягують у процес ландшафтоутворення все більше геокомпонентів. Генезис, активізація та подальший розвиток процесів пов'язані з особливостями функціонування і структурою гірничопромислових геосистем. Більшість дослідників природно-антропогенні процеси розглядають як негативні і непередбачувані. Так, ці процеси суттєво ускладнюють оптимальне функціонування та створюють небезпеку для геосистем, що іноді призводить до катастрофічних наслідків. Проте, наприклад, під час експлуатації кар'єрів чи відвалів прояв ерозійних процесів є характерним явищем, але вважати, що їх розвиток є не прогнозованим, помилково. Щодо розуміння природно-антропогенних процесів як негативних, то із позицій оптимального функціонування ландшафтно-технічних систем і забезпечення виробничих функцій, вони може і негативні (швидше небезпечні), але водночас вони виконують ландшафтоутворювальні функції (Задорожня, 2008).

При вивченні проявів ендо- та екзогенних процесів, гірничопромислові геосистеми варто розглядати у безперервному і спрямованому розвитку, який визначається боротьбою протилежностей між техногенними і природними складовими і виражається у змінах, які за умов досягнення певної межі надають геосистемі новий якісний стан (стадію, модифікацію), що відображає взаємодію гірничопромислового об'єкта і довкілля. В основу виділення етапів розвитку гірничопромислових геосистем Л. Булава поклав ступінь прояву природно-антропогенних процесів та вважав такий процес стадійним (Булава, 1998). Почергове переважання технологічних, при-

родно-техногенних і природних процесів зумовило виокремлення автором геосистем, що зароджуються, тих, які формуються й зрештою сформованих. При цьому розвиток сучасних природно-антропогенних процесів передбачає домінування природних чинників над техногенними.

Під впливом природних чинників на порушених гірничими роботами місцевостях відбувається процес ландшафтоутворення із перетворенням гірських порід, формуванням форм рельєфу, ґрунтового і рослинного покриву, внаслідок чого створюються просторова і вертикальна структура гірничопромислових геосистем. Суттєві динамічні зміни зумовлені процесами тепло- і вологообміну, геохімічного і біологічного колообігу (Гавриленко, 2012). Усі процеси поділяються на: ті, що змінюють і стабілізують літологічну основу геосистеми; процеси ґрунтоутворення; процеси, які формують рослинний покрив. Важливе місце серед природно-антропогенних процесів займають первинні сукцесійні зміни рослинності.

Висновки. На основі проведеного аналізу визначено такі закономірності розвитку, динаміки і функціонування гірничопромислових ландшафтів:

1. Розвиток гірничопромислових геосистем пов'язаний із їх виникненням, формуванням і зникненням. Виникнення гірничопромислових геосистем зумовлено початком видобування, збагачення чи первинного перероблення корисних копалин в межах природно-господарських систем іншого, попереднього генезису. Початком формування геосистем є старт будівництва гірничодобувного чи гірничозбагачувального підприємства.
2. У процесі розвитку гірничопромислові геосистеми проходять стадії виникнення (зародження), молодості (юності), зрілості, старості, дряхлості і зникнення форм ре-

- льєфу, на яких вони сформовані геосистеми та які відрізняються морфологічними і морфометричними особливостями. Такі трансформаційні зміни пов'язані як з безпосередніми антропогенними впливами (видобуванням і збагаченням корисних копалин, будівництвом та експлуатацією об'єктів, природокористуванням тощо), так й супутніми, нерідко небезпечними, екзогенними процесами (зсуви, ерозія, карст, підтоплення та ін.).
3. Гірничопромислові геосистеми мають власну специфіку формування, яка впливає на розвиток тих підсистем та елементів, функції яких відповідають за технологічні процеси видобування і збагачення корисних копалин. Людина створює умови розвитку цих геосистем та несе відповідальність за їх безаварійне функціонування. Під час формування геосистем постійно відбуваються перетворення їх ландшафтної структури. Цей процес розпочинається із абіотичної стадії розвитку геосистем, яка через певний час вступає у біотичну стадію із сукцесійними змінами рослинності.
 4. Після завершення розроблення корисних копалин і закриття гірничих підприємств розпочинається активна фаза зникнення гірничопромислових геосистем. При цьому вони переходять у постмайнінгові, а ті, у свою чергу, у природно-господарські системи іншого призначення. Зникнення геосистем може відбуватися шляхом розчинення, перекивання і заміщення місця ландшафту.
 5. Динамічні зміни відбуваються як під час експлуатації родовищ корисних копалин, так і довго після їхнього завершення, що призводить до багаторазової корінної перебудови ландшафтної структури гірничопромислових геосистем. У функціонуванні цих геосистем вирішальну роль відіграє нерівнозначність геокомпонентів, а провідним чинником є їхня літогенна основа. Функціонування геосистем залежить від активності екзогенних процесів. Важливе, інколи визначальне, місце в їхній динаміці і розвитку відводиться не лише зміні чи виникненню рослинних угруповань, а й утворенню цілісних біогеоценозів.
 6. Гірничопромислові ландшафти складаються із окремих елементів і геокомпонентів, які завдяки власній організації впливають між собою та навколишнє природне середовище. Під впливом сил та взаємозв'язків між структурними елементами у геосистемах виникають потоки переміщення, міграції і трансформації речовини, енергії та інформації. Ландшафтні потоки зумовлюють цілеспрямовані переміщення речовин і хімічних елементів в межах гірничопромислових геосистем. Потужність потоків визначає динаміку природних і природно-антропогенних процесів, зокрема деформацією земної поверхні, утворенням нових форм техногенного рельєфу, деградацією і забрудненням ґрунтового покриву, зміною видового складу і структури рослинних угруповань тощо.

Список використаних джерел

- Булава Л.Н. (1998). Ландшафтний аналіз території для цілей рекультиваци и рационального использования нарушенных земель (на примере Криворожского горнопромышленного района): дисертация ... кандидата географических наук, 11.00.01.

- Ворошилова Н.В. (2009). Аналіз сукцесійних систем рослинності техногенних екотопів. *Ґрунтознавство*, 10 (1-2), 71-81.
- Гавриленко О.П. (2012). Техногенний вплив на ландшафти в умовах техногенезу. *Географія та туризм*, 17, 280-285.
- Геник Я.В. (2013). Основні причини утворень техногенно порушених екосистем та їх негативні наслідки. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23.11, 9-15.
- Гродзинський М.Д. (1995). Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ: Лікей.
- Гродзинський М.Д. (2005). Пізнання ландшафту: місце і простір: у 2-х т. Київ, 1, 431; 2, 503.
- Денисик Г.І. (1998). Антропогенні ландшафти Правобережної України. Вінниця. Арбат. 292.
- Задорожня Г.М. (2008). З історії досліджень похідних процесів та явищ в ландшафтах зон техногенезу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету. Серія: Географія*, 17, 81-90.
- Іванов Є. (2007). Ландшафти гірничопромислових територій. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 334.
- Іванов Є. (2009). Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 372.
- Іванов Є. (2016а). Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації, 15, 5-8.
- Іванов Є. (2016б). Особливості зникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*, 23, 34-36.
- Іванов Є., та Ковальчук, І. (2016). Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(5), 369-392. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>.
- Іванов Є.А. (2016в). Динаміка гірничопромислових ландшафтів. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації, 16, 6-13.
- Іванов Є.А. (2016г). Межі гірничопромислових ландшафтних систем. Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків. Чернівці, 65-66.
- Іванов Є.А. (2016д). Особливості формування гірничопромислових ландшафтних систем. *Развитие науки в XXI веке*, 2, 60-66.
- Іванов Є.А. (2019). Обґрунтування поняття «гірничопромислова геосистема». Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної та екологічної науки. Тернопіль: СМП «Тайп», 109-113.
- Іванов Є.А., та Ковальчук, І. П. (2012). Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання. *Науковий вісник Чернівецького університету*, 612-613, 54-59.
- Іванов Є.А., Ковальчук, І. П., та Андрейчук, Ю. М. (2006). Теоретико-методологічні основи й методика геоекологічного картографування і моделювання гірничопромислових геокомплексів. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*, 2, 15-23.
- Іванов Є.А., & Тиханович, Є.Є. (2018). Функціонування гірничопромислових геосистем. *Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років – досягнення та перспективи*. Київ, 65-68.
- Ковальчук І.П., Іванов Є.А., та Ключник В.В. (2011). Картографування геоекологічного стану природно-господарських систем гірничопромислових територій. *Часопис картографії*, 2, 129-137.
- Петлін В. (2004). Синергетика ландшафту як напрямок сучасного розвитку ландшафтознавства. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 31, 186-191.
- Романюк О.О. (2008). Потoki у ландшафтному просторі, їх типізація та чинники формування. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету. Серія: Географія*, 16, 10-15.
- Рудько Г.І., Іванов, Є.А., та Ковальчук, І.П. (2019). Гірничопромислові геосистеми Західного регіону України. Київ – Чернівці: Букрек, 1, 464.

- Сорокіна Л. (2004). Антропогенізовані ландшафти як варіант природних. Вісник Львівського університету. Серія географічна, 31, 208-214.
- Шкіца Л.Є. (2006). Трансформація гірничих комплексів після завершення експлуатації. Вісник Криворізького державного педагогічного університету, 2(37), 2, 113-115.

References

- Bulava, L. N. (1998). Landshaftnyj analiz territorii dlya celej rekultivacii i racionalnogo ispolzovaniya narushennyh zemel (na primere Krivorozhskogo gornopromyshlennogo rajona). [Landscape analysis of the territory for the purposes of recultivation and rational use of disturbed lands (on the example of the Krivoy Rog mining region)]: Dissertation ... Candidate of Geographical Sciences; 11.00.01. Kyiv, 160. [in russian].
- Voroshylova, N. V. (2009). Analiz suksesiinykh system roslynosti tekhnohennykh ekotopiv. [Analysis of successional vegetation systems of technogenic ecotopes]. Gruntoznavstvo, 10, 1-2. 71-81. [in Ukrainian].
- Gavrylenko, O. P. (2012). Tekhnohennyi vplyv na landshafty v umovakh tekhnogenezu. [Technogenic influence on landscapes in the conditions of technogenesis]. Heohrafiia ta turizm, 17, 280-285. [in Ukrainian].
- Genyk, Ya. V. (2013). Osnovni prychny utvoren tekhnohenno porushenykh ekosystem ta yikh nehatyvni naslidky. [The main causes of formations of technogenically disturbed ecosystems and their negative consequences]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 23.11. 9-15. [in Ukrainian].
- Grodzinskyi, M. D. (1995). Stiikist heosystem do antropohennykh navantazhen. [Resistance of geosystems to anthropogenic loads]. Kyiv: Likei. 233. [in Ukrainian].
- Grodzinskyi, M. D. (2005). Piznannia landshaftu: mistse i prostir. [Knowledge of landscape: place and space]: u 2-kh t. Kyiv, 1, 431. 2, 503. [in Ukrainian].
- Denysyk Hr.I. (1998). Antropohenni landshafty Pravoberezhnoi Ukrainy. [Anthropogenic landscapes of the Right-Bank Ukraine]. Vinnytsia. Arbat. 292. [in Ukrainian].
- Zadorozhnyia, G. M. (2008). Z istorii doslidzhen pokhidnykh protsesiv ta yavlyshch v landshaftakh zon tekhnogenezu. [From the history of research on derivative processes and phenomena in the landscapes of technogenesis zones]. Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Heohrafiia. 17. 81-90. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. (2007). Landshafty hirnychopromyslovykh terytorii. [Landscape of mining territories]. Lviv: PC Ivan Franko NU of Lviv, 334. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. (2009). Heokadastrovi doslidzhennia hirnychopromyslovykh terytorii. [Geocadastre research of mining territories]. Lviv: PC Ivan Franko NU of Lviv. 372. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. (2016a). Osoblyvosti vynyknennia hirnychopromyslovykh i postmaininhovykh landshaftnykh system. [Peculiarities of the emergence of mining and post-mining landscape systems]. Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii. 15. 5-8. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. (2016b). Osoblyvosti znyknennia hirnychopromyslovykh i postmaininhovykh landshaftnykh system. [Peculiarities of the disappearance of mining and post-mining landscape systems]. Vitchyzniana nauka na zlami epokh: problemy ta perspektyvy rozvytku. 23. 34-36. [in Ukrainian].
- Ivanov, E., & Kovalchuk, I. (2016). Destruktsiia hirnychopromyslovykh landshaftiv. [Destruction of mining landscapes]. Journal of Education, Health and Sport. 6(5). 369-392. [in Ukrainian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>.
- Ivanov, E. A. (2016c). Dynamika hirnychopromyslovykh landshaftiv. [Dynamics of mining landscapes]. Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii. 16. 6-13. [in Ukrainian].

- Ivanov, E. A. (2016d). Mezhi hirnychopromyslovykh landshaftnykh system. [Limits of mining landscape systems]. Vid heohrafii do heohrafichnoho ukrainoznavstva: evoliutsiia osvithno-naukovykh idei ta poshukiv. Chernivtsi. 65-66. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. A. (2016e). Osoblyvosti formuvannia hirnychopromyslovykh landshaftnykh system. [Features of the formation of mining landscape systems]. Razvitiye nauki v XXI veke. 2. 60-66. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. A. (2019). Obgruntuvannia poniattia «hirnychopromyslova heosystema». [Justification of the concept of “mining geosystem”]. Mizhdystsyplinarni intehratsiini protsesy u systemi heohrafichnoi ta ekolohichnoi nauky. Ternopil: Tayp, 109-113. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. A., & Kovalchuk, I. P. (2012). Antropohenizatsiia landshaftiv: pidkhody, diahnostuvannia, modeliuvannia. [Anthropogenization of landscapes: approaches, diagnostics, modeling]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. 612-613, 54-59. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. A., Kovalchuk, I. P., & Andreychuk, Yu. M. (2006). Teoretyko-metodolohichni osnovy y metodyka heoekolohichnoho kartohrafuvannia i modeliuvannia hirnychopromyslovykh heokompleksiv. [Theoretical and methodological foundations and methods of geoecological mapping and modeling of mining geocomplexes]. Naukovyi visnyk Volynskoho derzhavnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Heohrafichni nauky. 2. 15-23. [in Ukrainian].
- Ivanov, E. A., & Tykhanovych, E. E. (2018). Funktsionuvannia hirnychopromyslovykh heosystem. [Functioning of mining geosystems]. Heohrafiia v Kyivskomu natsionalnomu universyte-ti imeni Tarasa Shevchenka: 85 rokiv – dosiahnennia ta perspektyvy. Kyiv, 65-68. [in Ukrainian].
- Kovalchuk, I. P., Ivanov, E. A., & Klyuynyk, V. V. (2011). Kartohrafuvannia heoekolohichnoho stanu pryrodno-hospodarskykh system hirnychopromyslovykh terytorii [Mapping of the geoecological state of natural and economic systems of mining territories]. Chasopys kartohrafii. 2. 129-137. [in Ukrainian].
- Petlin, V. (2004). Synerhetyka landshaftu yak napriamok suchasnoho rozvytku landshaftoznavstva. [Landscape synergy as a direction of modern development of landscape science]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna. 31. 186-191. [in Ukrainian].
- Romanyuk, O. O. (2008). Potoky u landshaftnomu prostori, yikh typizatsiia ta chynnyky formuvannia. [Streams in landscape space, their typification and factors of formation]. Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seriiia: Heohrafiia. 16, 10-15. [in Ukrainian].
- Rudko, G. I., Ivanov, E. A., & Kovalchuk, I. P. (2019). Hirnychopromyslovi heosystemy Zakhidnoho rehionu Ukrainy. [Mining geosystems of the Western region of Ukraine]. Kyiv – Chernivtsi: Bukrek. 1. 464. [in Ukrainian].
- Sorokina, L. (2004). Antropohenizovani landshafty yak variant pryrodnykh. [Anthropogenic landscapes as a variant of natural ones]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna. 31. 208-214. [in Ukrainian].
- Shkitsa, L. E. (2006). Transformatsiia hirnychykh kompleksiv pislia zavershennia ekspluatatsii. [Transformation of hot water complexes after completion of operation]. Visnyk Kryvorizkoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. 2 (37). 2. 113-115. [in Ukrainian].

Статтю надіслано до редколегії 07.04.2023 р.