

## НАУКОВІ ЗАСАДИ ГАРАНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У РАЙОНАХ РОЗРОБЛЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Іванов Є. А., Біланюк В. І., Тиханович Є. Є.

### ВСТУП

Національна безпека є головною умовою вдалого існування суспільства, а неспроможність її гарантування призводить до занепаду чи навіть втрати державності. Національна безпека, яка під час російсько-української війни відіграє вирішальну роль, має чимало вимірів і напрямів, серед яких чільне місце відведено питанням безпеки в екологічній сфері. Екологічна катастрофа в межах тимчасово окупованих територій Донбасу лише підтверджує цей факт.

Екологічна безпека є станом та умовами природного середовища за якого забезпечується екологічна рівновага та гарантовано захист людини і довкілля. Ступінь екологічної безпеки визначають для держави, регіону, поселення або господарського об'єкту, зокрема для районів розроблення корисних копалин. Гарантування екологічної безпеки у цих районах ґрунтується на визнанні обмеженості мінеральних ресурсів та їх вичерпанні у недалекому майбутньому; розумінні значного антропогенного порушення і техногенного навантаження на природне середовище, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій; накопиченні гірничопромислових відходів та утворенні нових антропогенних та антропогенно-модифікованих ландшафтів; необхідності залучення новітніх ресурсо-, енерго- та екологізберігаючих технологій видобування і збагачення корисних копалин тощо. При цьому екологічна безпека районів розроблення корисних копалин складається з екологічного аудиту, моніторингу довкілля, прогнозування розвитку екологічної ситуації тощо.

Пропонуємо на прикладі Західного регіону України розглянути спектр науково-методологічних і методичних питань, що спрямовані на гарантування екологічної безпеки районів розроблення корисних копалин у найближчі роки, зокрема удосконалені підходи щодо проведення геоекологічних досліджень гірничопромислових територій, аналізі умов виникнення і розвитку геосистем після завершення розроблення корисних копалин, оцінювання екологічного стану геосистем, розгляді питань ефективності використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів, а також проблем рекультивациі і ревіталізаціі земель, порушених гірничими роботами.

## 1. Геоекологічні дослідження гірничопромислових територій

Сучасні геоекологічні (ландшафтно-екологічні) дослідження в межах гірничопромислових територій Західного регіону України з метою виявлення особливостей антропогенної трансформації геосистем у районах інтенсивного розроблення покладів кам'яного вугілля, самородної сірки, калійної, магнеєвої і натрієвої солей та встановлення закономірностей оптимізації цих систем дали змогу сформулювати головні положення<sup>1</sup>.

Під геоекологічним аналізом гірничопромислових територій розуміємо комплексне ландшафтне дослідження в їхніх межах, спрямоване на розв'язання екологічних проблем, яке здійснюють на підставі визначених методологічних засад, за визначеним алгоритмом і методикою. Це методика, спрямована на вирішення питань, що пов'язані з раціональним веденням видобування і використання корисних копалин зокрема і природокористування загалом, і є підставою для розроблення різних прикладних варіантів, особливо для цілей оптимізації, проектування, розв'язання екологічних проблем тощо. Вона ґрунтується на наукових положеннях прикладної географії, ландшафтознавства, ландшафтної екології, геоекології і використанні ландшафтного, геосистемного, геоекологічного та інших наукових підходів. Геоекологічні дослідження гірничопромислових територій ґрунтуються на методах, особлива роль серед яких належить картографічному і геоінформаційному<sup>2</sup>. Ключовим питанням цих методів є оцінювання наявного стану природно-господарських систем, їхніх антропогенних модифікацій, різних екологічних ситуацій. Основою для геоекологічного картографування гірничопромислових територій слугують польове знімання, яке спрямоване на пізнання їхньої ландшафтної структури, антропогенних (головно гірничодобувних) впливів на геосистеми, вивчення екологічних станів, а також ландшафтно-геодинамічні, ландшафтно-геохімічні, ландшафтно-біогеоценотичні і медико-географічні дослідження з широким застосуванням ГІС-технологій і дистанційного зондування Землі, які спрямовані на пізнання ландшафтної структури гірничопромислових територій<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Іванов С., Біланюк В., Тиханович С. Геоекологічні дослідження гірничопромислових територій Західного регіону України. *Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки* : матер. II-ої міжнарод. наук.-практ. конф. Тернопіль: Вектор, 2020. С. 203–212.

<sup>2</sup> Ковальчук І., Іванов С. Перспективні напрями геоекологічних досліджень території Львівської області. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи* : матер. міжнарод. наук.-практ. онлайн-конф. Львів : Простір-М, 2020. С. 24–28.

<sup>3</sup> Рудько Г. І., Іванов С. А., Ковальчук І. П. Гірничопромислові геосистеми Західного регіону України : монографія. Київ – Чернівці : Букрек, 2019. Т. 1. 464 с.

На основі кар'єрів, териконів, відвалів, хвостосховищ чи відстійників формуються гірничопромислові геосистеми. Вони виникли відносно недавно, і сьогодні їх здебільшого надалі використовує людина. Хоч їхня поява викликана діяльністю людини, вони все ж таки є господарськими системами, які розвиваються за природними законами, а людина лише створила передумови, дала поштовх для їхнього формування. Головна відмінність їх від антропогенно модифікованих геосистем, які є лише частково трансформованими, зміненими людиною, полягає у механізмі виникнення, суть його – у знищенні існуючих до втручання людини ландшафтних систем шляхом складування чи виймання в їхніх межах мас гірських порід, що слугує передумовою ландшафтоутворення. Це призводить до виникнення на місці природних геосистем новостворених гірничопромислових, які формуються при розробленні покладів мінеральної сировини. Після завершення експлуатації родовища корисних копалин виникають постмайнінгові геосистеми як заключний етап розвитку гірничопромислових<sup>4</sup>.

На основі існуючих систематизацій техногенних ландшафтів створено класифікацію гірничопромислових і постмайнінгових геосистем<sup>5</sup>. При цьому виокремлено два типи геосистем – територіальний та аквальний. На рівні класів гірничопромислових ландшафтів виділено кар'єрні, відвальні, відстійникові і водосховищні геосистеми. Детальніше досліджувані об'єкти проаналізовано на рівні підкласів, видів і підвидів ландшафтно-технічних систем. Важливе місце у систематизації також присвячено постмайнінговим та супутнім антропогенно-модифікованим геосистемам. Під час дослідження окреслено питання розвитку гірничопромислових геосистем, зокрема особливості їх виникнення, формування і зникнення. При цьому окреслено стадії (етапи) і варіанти еволюційних змін цих геосистем. Виникнення гірничопромислових геосистем зумовлено початком видобування і збагачення корисних копалин в межах природно-господарських систем іншого генезису. Власне зміна походження геосистем у процесі розроблення різних видів мінеральних ресурсів виокремлює гірничопромислові геосистеми від оточуючих природного чи іншого генезису<sup>6</sup>. Особливу увагу присвячено

---

<sup>4</sup> Іванов С. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Київ : ФОП Корпан Б. І., 2017. 40 с.

<sup>5</sup> Іванов С. А. Підходи до класифікації гірничопромислових геосистем. *Проблеми ландшафтознавства в контексті стратегії сталого розвитку та Європейської ландшафтної концепції* : матер. міжнарод. наук. семін. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2017. С. 78–82.

<sup>6</sup> Іванов С. Особливості виникнення гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтних систем. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* :

аналізу деструкції гірничопромислових геосистем. Акцентовано увагу на проблемах термінології, зокрема на співвідношенні понять деструкції і деградації різних ландшафтно-технічних систем<sup>7</sup>. Водночас, охарактеризовано прояв небезпечних природно-антропогенних (головно деструктивних) процесів та явищ в межах гірничопромислових і пост-майнінгових геосистем. Зокрема виявлено співвідношення і переважаючий напрямок головних видів міграційних потоків. Проаналізовано особливості зникнення кар'єрів, відвалів, відстійників, хвостосховищ та інших гірничопромислових територій та об'єктів. Існує три варіанти зникнення геосистем, які умовно називає розчиненням, перекриванням та заміщенням місцерозміщення ландшафту. Про появу нових геосистем на місці гірничопромислових ландшафтів може свідчити зміна її господарського чи функціонального призначення<sup>8</sup>.

Поглиблене пізнання сутності гірничопромислових геосистем повинно враховувати три принципи їхнього функціонування: природно-антропогенної сумісності геосистем, аналогії і випереджувального вивчення районів розроблення корисних копалин. Важливе, а інколи вирішальне, місце у функціонуванні гірничопромислових геосистем відведено формуванню ґрунтового субстрату і рослинних угруповань<sup>9</sup>.

У 1997–2022 рр. проведено геоecологічні дослідження в межах різних гірничопромислових територій та об'єктів Львівсько-Волинського (Львівсько-Люблінського) кам'яновугільного басейну, Західноукраїнської нафтогазоносної провінції, Передкарпатського сірконосного басейну, Передкарпатської і Закарпатської соленосних провінцій. З метою детального еколого-ландшафтного аналізу та розроблення оптимізаційних заходів у районах розроблення різних видів корисних копалин створено дев'ять ключових (модельних) ділянок у масштабі від 1 : 1 000 до 1 : 5 000. За допомогою ГІС-технологій (програма ArcGI S 10) створено серії картографічних моделей, зокрема цифрові моделі рельєфу, моделі крутизни й експозиції схилів, схеми ландшафтної структури досліджуваних ділянок, антропогенної

---

матер. XV-ої міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.

<sup>7</sup> Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392.

<sup>8</sup> 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. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 23. С. 34–36.

<sup>9</sup> Іванов Є. А., Тиханович Є. Є. Функціонування гірничопромислових геосистем. *Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років – досягнення та перспективи (GTSNU)* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. Київ, 2018. С. 65–68.

трансформації геосистем, виникнення та формування водного середовища, ґрунтів і рослинного покриву, геохімічного і радіоактивного забруднення та ін.<sup>10</sup>.

Під оптимізацією гірничопромислових геосистем слід розуміти складний процес керованих дій (управління) в межах природно-господарських систем як у процесі видобування і збагачення корисних копалин з метою їх ефективного використання, так й після розроблення покладів мінеральної сировини для забезпечення ефективного виконання господарських функцій. Оптимізаційні заходи для гірничопромислових регіонів передбачають обґрунтування шляхів їхнього здійснення, виявлення природних і соціально-економічних обмежень, визначення певного виду природокористування та аналіз наслідків діяльності людини. Вони повинні поєднувати технологічно досконале, економічно вигідне й розраховане на перспективу раціональне розроблення покладів корисних копалин, використання природних ресурсів, захист природно-господарських систем від надмірного антропогенного навантаження, активне регулювання розвитку природно-антропогенних процесів, а також збереження цінних історико-культурних і природно-заповідних об'єктів<sup>11</sup>.

## **2. Формування геосистем після завершення розроблення родовищ корисних копалин**

Після припинення розроблення родовищ корисних копалин та ліквідації (тривалої консервації) гірничодобувних чи гірничозбагачувальних підприємств, на місці створених і керованих людиною гірничопромислових, виникає новий тип антропогенних геосистем, який пропонуємо називати постмайнінговими<sup>12</sup>. Антропогенні геосистеми формуються в межах ліквідованих кар'єрів, відвалів, відстійників та інших гірничопромислових об'єктів. Постмайнінгові геосистеми перестають перебувати під контролем працівників гірничих підприємств, що зумовлює активізацію різних природно-антропогенних, головню деструктивних, процесів та явищ. Власне виникнення і розвиток

---

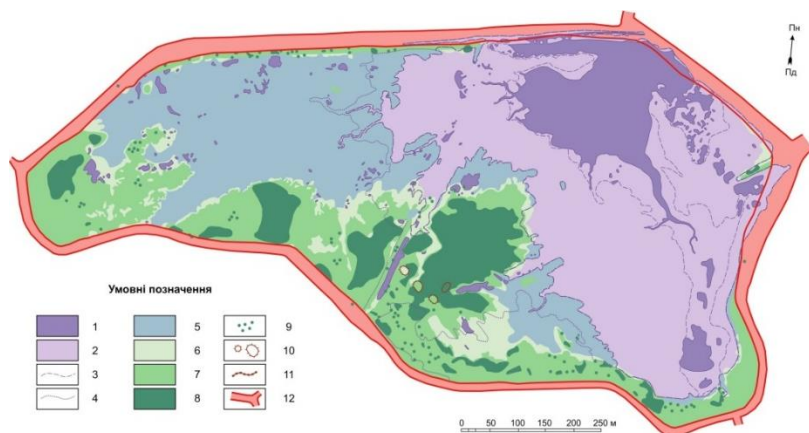
<sup>10</sup> Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Київ : ФОРМ Корпан Б. І., 2017. 40 с.

<sup>11</sup> Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Андрейчук Ю. М. Актуальні проблеми оптимізації постмайнінгових геосистем. *Землеустрій, кадастр та охорона земель в Україні: сучасний стан, європейські перспективи* : матер. міжнарод. конф. Київ : МПБП «Гордон», 2016. С. 202–206.

<sup>12</sup> Рудько Г. І., Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Гірничопромислові геосистеми Західного регіону України : монографія. Київ – Чернівці : Букрек, 2019. Т. 1. 464 с.

таких геосистем визначає суттєве зменшення або припинення на них техногенного впливу людини<sup>13</sup>.

Загалом, виникнення цього типу антропогенних геосистем може бути спричинене реалізацією рекультиваційних і фітомеліоративних заходів, однак здебільшого відбувається через відмову від експлуатації гірничопромислових об'єктів, їхньої консервації чи ліквідації. Більшість великих об'єктів (кар'єрів, відвалів, хвостосховищ) на заході України нині перетворилися у постмайнінгові геосистеми. Вони відносно молоді, мають близько 20–25 років та перебувають на піонерних етапах утворення ґрунтового і рослинного покривів. Прикладом такого об'єкту є Стебницьке хвостосховище, особливо перша секція, наповнена твердою фазою відходів (рис. 1).



**Рис. 1. Формування антропогенних геосистем у хвостосховищі**

Умовні позначення: 1 – водойми солоні, 28.04.2018 р.; 2 – водойми солоні, 11.09.2018 р.; 3 – підтоплені зони, 28.04.2018 р.; 4 – підтоплені зони, 11.09.2018 р.; 5 – плоскі сильно засолені поверхні, без ознак рослинності; 6 – плоскі засолені поверхні з лучно-болотними угрупованнями; 7 – плоскі припідняті слабозасолені поверхні з чагарниково-лучними угрупованнями; 8 – плоскі припідняті слабозасолені поверхні з деревно-чагарниковими угрупованнями; 9 – окремі дерева; 10 – насипні горби; 11 – котлован водойми; 12 – дамби.

<sup>13</sup> Іванов Є. А., Біланюк В. І., Тиханович Є. С. Формування антропогенних та антропогенно-модифікованих геосистем після припинення розроблення родовищ корисних копалин. *Географія, картографія, географічна освіта: історія, методологія, практика* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. Чернівці : ВПН «Місто», 2020. С. 117–120.

Постмайнінгові ландшафти нерідко перетворені у пустищні, «покинуті» землі. Розвиток таких ландшафтних систем складний і непрогнозований. Якщо рекультивованим площам закладають сценарій їх подальшого використання як лісо- чи сільськогосподарські землі, природоохоронні об'єкти, то пустищні мають непередбачуваний розвиток і можуть бути замінені на нові, невластиві природному середовищу геосистеми.

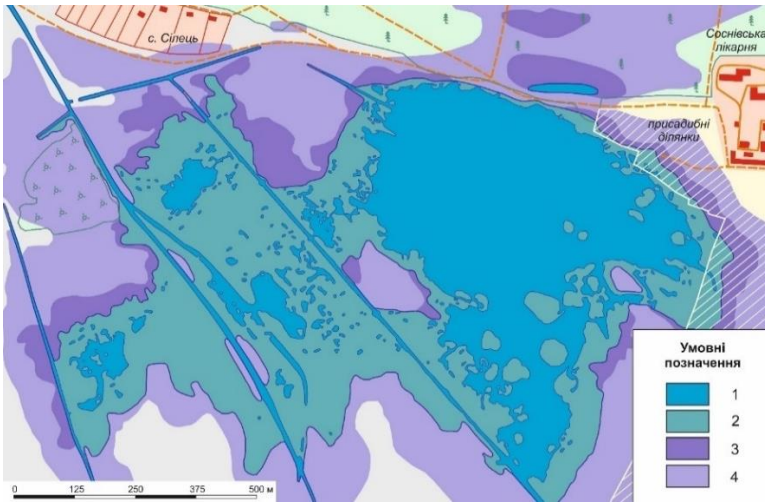
Поряд із постмайнінговими, які утворені на основі гірничо-промислових геосистем, внаслідок планованої діяльності людини, у районах розроблення родовищ корисних копалин, виникають непередбачувані супутні антропогенно-модифіковані, інколи сильно трансформовані території. Поява антропогенно-змінених геосистем пов'язана із побічним ефектом проведення гірничих робіт, який призводить до розвитку небезпечних природно-антропогенних процесів та утворення нових форм рельєфу, сильного забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів, рослин тощо. До антропогенно-модифікованих слід зараховувати геосистеми, в яких зазнали змін лише окремі їхні геокомпоненти<sup>14</sup>. Вони продовжують існувати і трансформуватися після припинення розроблення родовищ корисних копалин. До супутніх антропогенно-змінених територій та об'єктів відносимо зони постійного і періодичного затоплення і підтоплення (рис. 2), ареали накопичення інфільтратів, ділянки підземної виплавки сірки, активні карстопровальні поля тощо.

Сучасні конструктивно-географічні підходи щодо оптимізації геосистем включають поняття «естетики ландшафту». У більшості країн ЄС принципи облаштування і рекультивації антропогенних та антропогенно-модифікованих геосистем ґрунтуються на їх інтегруванні в оточуючі природні ландшафти<sup>15</sup>. Загалом, ландшафтне обґрунтування рекультивації геосистем після завершення розроблення корисних копалин є актуальною дослідницькою проблемою при відновленні гірничопромислових територій. Підставою для таких пошукувань є аналіз особливості міграції геохімічного і радіоактивного забруднення, зокрема самоочищення ландшафтних систем.

---

<sup>14</sup> Іванов Є., Біланюк В., Тиханович Є. Розвиток затоплення, підтоплення і вторинного заболочення у межах вугледобувних районів. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. XII-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Переяслав-Хмельницький, 2015. С. 16–23.

<sup>15</sup> Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: у 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 1. 431 с.; Т. 2. 503 с.



**Рис. 2. Формування антропогенно-модифікованих геосистем у мульдї просідання земної поверхні**

Умовні позначення: 1 – відкриті водні поверхні; 2 – зарослі водні поверхні, вкриті болотною рослинністю з ознаками замулення; 3 – періодично затоплені й перезволожені землі з ознаками заболочення; 4 – перезволожені і підтоплені землі.

Дослідження структури постмайнінгових і супутніх (непередбачуваних) геосистем є основою для оцінювання ступеня їх антропогенної трансформації (модифікації), стійкості геосистем та з'ясування можливих шляхів їхнього розвитку<sup>16</sup>. Прогнозування процесів самовідновлення постмайнінгових геосистем актуальне через оптимізацію природокористування і ренатуралізацією низькопродуктивних земель. Роль ґрунтового і рослинного покривів полягає у закономірних сукцесійних змінах, які за сприятливих умов призводять до утворення корінних ценозів. Літологічна основа цих геосистем визначає умови місцезростання і відповідно напрям сукцесійних процесів<sup>17</sup>. Під час прогнозування екологічного стану антропогенних та антропогенно-модифікованих геосистем у перші 20–30 років їх відновлення після припинення розроблення родовищ корисних копалин головна увага має бути приділена не структурному розвитку, а спрямована на аналіз їх функціональних змін.

<sup>16</sup> Іванов С. А., Ковальчук І. П. Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання. *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*. 2012. Вип. 612–613. С. 54–59.

<sup>17</sup> Сорокіна Л. Антропогенізовані ландшафти як варіанти природних. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2004. Вип. 31. С. 208–214.



### 3. Оцінювання екологічного стану геосистем

Як критерій оцінювання геосистем гірничопромислових територій слід використати бальні шкали та оціночні класифікації. Проведення оцінки стану геосистем пов'язано зі складанням та аналізом ландшафтно-оціночних карт на основі попередньо створених ландшафтних карт. Існують поодинокі роботи з оцінки (якісної і кількісної) стану геологічного середовища на регіональному і локальному рівнях, які стосуються гірничодобувного використання територій. Водночас поза увагою залишаються важливі складові природного середовища, такі як ґрунтовий покрив, рослинний і тваринний світ тощо. Існує потреба у з'ясуванні характеру трансформаційних змін у ландшафтах загалом.

Вихідним етапом оцінювання гірничодобувного впливу на регіональні геосистеми – фізико-географічні райони та області – є використання прямих кількісних показників, що характеризують різні аспекти цього впливу. Зокрема, актуальним є обґрунтування критеріїв для визначення рівнів антропогенної трансформації геосистем. Кожен вид гірничодобувного впливу на геосистеми оцінюють за певними параметрами, до яких, на нашу думку, слід зачислити такі показники, що розраховані на одиницю площі ландшафту<sup>18</sup>: 1) кількість родовищ корисних копалин; 2) обсяг видобування корисних копалин за рік; 3) обсяг гірничопромислових відходів.

Для з'ясування загальних обсягів гірничодобувного впливу на ландшафти слугує показник обсягу гірничопромислових відходів на одиницю площі. Додатковим показником впливу гірничодобувної промисловості на регіональні геосистеми варто вважати кількість родовищ, які розробляли чи розробляють на одиницю площі. Хоча цей показник не враховує ні специфіки виробництва, ні потужності гірничодобувних підприємств, ні обсягів їхніх річних викидів в атмосферне повітря та скидів у поверхневі води, однак він є порівняно стійким у часі і не залежить від економічних обставин певного року. Для оцінювання впливу гірничодобувної промисловості на геосистеми протягом року слід використовувати показник обсягу видобування корисних копалин на одиницю площі геосистеми.

Результатом аналізу показників повинне слугувати оцінювання стану регіональних геосистем. Враховуючи нерівнозначність показників, на нашу думку, гірничодобувний вплив на фізико-географічні області і райони оцінюють різною кількістю умовних балів (табл. 1). Сумарна оцінка стану регіональних геосистем в умовах гірничодобувного впливу може змінюватись від 20 до 300 балів. Крок у 20 балів вибраний для

---

<sup>18</sup> Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.

кореляції з оцінюванням загальної антропогенної трансформації геосистем. Зокрема, у 20 балів оцінено території, що не зазнали, але у майбутньому можуть зазнати впливу видобування корисних копалин.

Таблиця 1

**Критерії оцінювання гірничодобувного навантаження на геосистему регіонального рівня<sup>19</sup>**

Показники	Критерії оцінки (чисельник – абсолютні значення, знаменник – умовні бали)				
	0 20	0,1–5,0 40	5,1–10,0 60	10,1–20,0 80	понад 20 100
Кількість діючих родовищ корисних копалин на тис. км <sup>2</sup>	0 20	0,1–5,0 40	5,1–10,0 60	10,1–20,0 80	понад 20 100
Обсяг видобування корисних копалин за рік (т/км <sup>2</sup> )	до 10 20	10–100 40	101–500 60	501–1000 80	понад 1000 100
Обсяг гірничопромислових відходів (тис. т/км <sup>2</sup> )	до 10 20	10–100 40	101–500 60	501–1000 80	понад 1000 100

Для оцінювання впливу гірничодобувної промисловості на регіональні геосистеми, зважаючи на недостатню кількість інформації та її неспіврозмірність, на наш погляд, доцільніше використовувати синтез методів якісної і кількісної оцінки у поєднанні з картографічним методом.

Ландшафти та їхні морфологічні одиниці у районах розроблення корисних копалин зазнають під впливом антропогенних навантажень значних змін. Вивчення антропогенних змін гірничопромислових геосистем у Західному регіоні України слугувало підставою для розроблення методики кількісного оцінювання їх антропогенної трансформації на основі бальних шкал. За основу взято методичні розробки А. Мельника<sup>20</sup>. Стан змінених геосистем певного регіону пов'язаний з певними антропогенними навантаженнями – лувіництвом, осушенням, рільництвом тощо. Тому виокремлюють п'ять головних видів антропогенних модифікацій геосистем, які є характерними для більшості ландшафтів Західного регіону України. В межах гірничопромислових територій, окрім антропогенно змінених, у тім числі гірничодобувними впливами, ландшафтів, існують створені людиною гірничопромислові геосистеми, які формуються унаслідок гірничого розроблення корисних копалин. З огляду на це

<sup>19</sup> Іванов С. А., Біланюк В. І., Тиханович С. С. Оцінювання екологічного стану геосистем гірничопромислових територій. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 5-ої міжнарод. наук.-практ. конф. : у 2-ох т. Київ : ДКЗ, 2018. Т. 2. С. 75–81.

<sup>20</sup> Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. Львів, 1999. 286 с.

виділяють ще п'ять видів антропогенних модифікацій геосистем, які властиві для гірничопромислових територій<sup>21</sup> (табл. 2).

Таблиця 2

**Критерії оцінювання антропогенної трансформації геосистем гірничопромислових територій на локальному рівні<sup>22</sup>**

Антропогенний вплив	Антропогенна модифікація	Індекс модифікації	Ціна модифікації 1% площі	Загальна можлива модифікація
<b>Антропогенні модифікації геосистем, пов'язані з традиційним землекористуванням</b>				
Луківництво	Біо-мікрокліматична	Бм	0,1	10
Луківництво з осушенням	Біо-водно-мікрокліматична	Бвм	0,2	20
Рільництво	Біо-грунтово-мікрокліматична	Бгм	0,3	30
Рільництво з осушенням	Біо-грунтово-водно-мікрокліматична	Бгвм	0,4	40
Селитьба	Біо-літо-грунтово-водно-мікрокліматична	Блгвм	0,5	50
<b>Антропогенні модифікації геосистем, пов'язані з розробленням корисних копалин</b>				
Підтоплення, заболочення	Гідрологічна	Г	0,6	60
Просідання, карст	Гідро-геолого-геоморфологічна	Гл	0,7	70
<b>Гірничопромислові геосистеми, зумовлені розробленням корисних копалин</b>				
Відведення технічних вод у водосховищах	Гідрологічна деградаційна	Дг	0,8	80
Відведення стічних вод у хвостосховищах і відстійниках	Гідро-геолого-геоморфологічна деградаційна	Дгл	0,9	90
Складування породи у відвалах, вироблення кар'єрів	Геолого-геоморфологічна деградаційна	Дл	1,0	100

<sup>21</sup> Іванов Є. Оцінка стану регіональних геокомплексів в умовах впливу гірничодобувної промисловості (на прикладі Львівської області). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ.* 2003. Вип. 29. Ч. 2. С. 176–183.

<sup>22</sup> Іванов С. А., Біланюк В. І., Тиханович Є. С. Оцінювання екологічного стану геосистем гірничопромислових територій. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 5-ої міжнарод. наук.-практ. конф. : у 2-ох т. Київ : ДКЗ, 2018. Т. 2. С. 75–81.

Перші два види зумовлені дією природно-антропогенних процесів:

1) *гідрологічна* – підтоплення, заболочення, зневоднення, що призводить до корінних змін у водному режимі, мікрокліматі, ґрунтовому і рослинному покривах;

2) *гідро-геолого-геоморфологічна* – просідання, провалення і карст, які разом із процесами затоплення, підтоплення і заболочення, зумовлюють повну зміну усіх складових геосистем.

Подальші три модифікації пов'язані з діяльністю гірничодобувних і гірничозбагачувальних об'єктів:

3) *гідрологічна деградаційна* – унаслідок створення водосховищ, ставів і копаней відбувається формування нових аквальних систем зі своєрідними мікрокліматом, водним біоценозом і гідробіонтами;

4) *гідро-геолого-геоморфологічна деградаційна* – у процесі будівництва та експлуатації хвостосховищ, відстійників, ставів-накопичувачів і гідровідвалів формуються техногенні аквальні системи, відклади і субстрати, ступінь трансформації гірничопромислових геосистем ще більше посилюється;

5) *геолого-геоморфологічна деградаційна* – унаслідок інтенсивного гірничого розроблення корисних копалин та створення териконів, відвалів і кар'єрів антропогенні зміни охоплюють усі складові геосистем, у тім числі й геолого-геоморфологічну основу.

Антропогенні модифікації геосистем оцінюють певною кількістю умовних балів. За одиницю оцінки використовують відсоток площі геосистеми, що зайнятий певним рівнем антропогенної модифікації. Відповідно, відсоток площі геосистеми із зазначеними видами модифікацій оцінюють від п'яти до десяти балів (див. табл. 2). У разі однovidової антропогенної модифікації, яка займає 100 % площі геосистеми, показник отримаємо, помноживши ціну відсотка площі на 100<sup>23</sup>. У процесі проведення геоекологічних досліджень в межах гірничопромислових територій доводиться мати справу з різновидовими модифікаціями, тому загальний рівень антропогенної трансформації геосистем становить додаток часткових модифікацій.

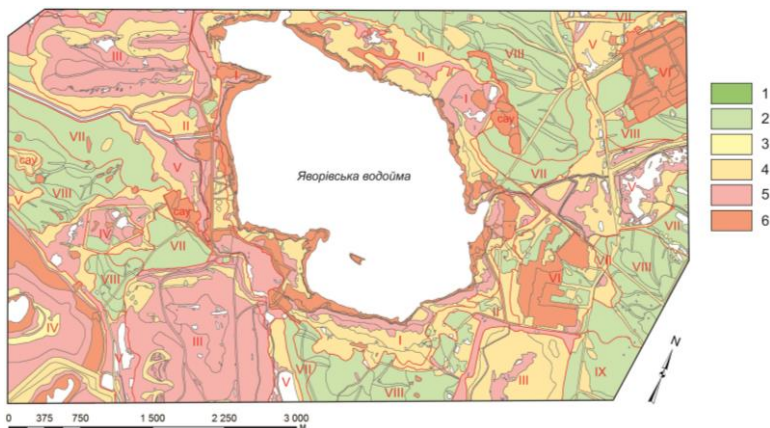
Величина антропогенної трансформації геосистем гірничопромислових територій пов'язана з традиційними впливами, що визначають як основні види землекористування, так і гірничодобувними навантаженнями, тому вона може змінюватись від 0 до 100 балів. На основі власних досліджень розроблено оціночну класифікацію антропогенних модифікацій геосистем з урахуванням гірничодобувного впливу:

---

<sup>23</sup> Іванов С. Оцінка стану регіональних геокомплексів в умовах впливу гірничодобувної промисловості (на прикладі Львівської області). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ.* 2003. Вип. 29. Ч. 2. С. 176–183.

практично відсутня (до 20,0 ум. б.), незначна (20,0–30,0 ум. б.), слабка (30,1–40,0 ум. б.), середня (40,1–50,0 ум. б.), сильна (50,1–60,0 ум. б.) і дуже сильна (понад 60,0 ум. б.). Таку методику ми застосували для оцінювання антропогенної трансформації гірничопромислових територій Західного регіону України, яка проведена на рівні ландшафтних місцевостей, смуг та урочищ.

Розглянемо специфіку такого оцінювання на прикладі модельної ділянки «Яворівська водойма». Тут домінують сильнозмінені геосистеми (рис. 3). На них припадає 38,7% від загальної площі ділянки<sup>24</sup>. Істотні трансформаційні зміни, що пов'язані із розроблення самородної сірки та постмайнінговими роботами, відбулися у більшості геосистем. Суттєві пошкодження ґрунтового і рослинного покривів виявлено у береговій зоні водойми і районах проведення рекультиваційних робіт. Практично не відновленим рослинний покрив є в межах промислових комплексів та на площах незаконного відбору піску. Окремими «островами» довкола кар'єру і на зовнішніх відвалах розміщені слабозмінені ареали дерево-чагарникових рослин.



**Рис. 3. Антропогенна трансформація геосистем в межах модельної ділянки «Яворівська водойма»<sup>25</sup>**

*Ступінь антропогенної трансформації геосистем: 1 – практично відсутня (до 20 ум. б.); 2 – незначна (21–30 ум. б.); 3 – слабка (31–40 ум. б.); 4 – середня (41–50 ум. б.); 5 – сильна (51–60 ум. б.); 6 – дуже сильна (понад 60 ум. б.).*

<sup>24</sup> Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Київ : ФОП Корпан Б. І., 2017. 40 с.

<sup>25</sup> Ibid.

Більшість екологічних проблем гірничопромислових територій зв'язана з геохімічним і радіоактивним забрудненням геосистем. Для оцінювання рівнів забруднення варто збирати та опрацьовувати дані польового ландшафтного і геоекологічного знімань, різні картографічні, статистичні, фондові і літературні джерела, використовуючи як кількісні (обсяги викидів в атмосферне повітря, скидів у поверхневі води тощо), так і якісні показники. Зокрема, оцінювання рівня забрудненості геосистем гірничопромислових територій проводити відповідно до методичних розробок шляхом виокремлення: 1) умовно чистих; 2) помірно забруднених; 3) забруднених; 4) дуже забруднених; 5) надзвичайно забруднених геосистем<sup>26</sup>.

#### **4. Ефективність використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів**

Для Західного регіону України актуальним залишається вирішення проблем забезпечення комплексного використання мінеральної сировини, утилізації відходів та організації розроблення корисних копалин з маловідходним чи безвідходним виробництвом. Властивою рисою сучасного гірничого виробництва залишається недостатня повнота видобування перероблюваної сировини. За сучасних умов розвитку гірничої галузі недоліки у комплексному і повному використанні мінеральної сировини стають неприйнятним марнотратством. Кожна втрата корисних копалин призводить до щорічного недоотримання виробництвом мінеральної сировини. Водночас в останні роки спостерігаємо тенденції щодо скорочення й стабілізації рівня втрат корисних копалин у процесі їхнього видобування<sup>27</sup>.

Проте на окремих підприємствах рівень видобування запасів з надр залишається досить низьким. Наприклад, втрати руд кольорових металів часом складають до 25–40%. Відчутними є втрати корисних компонентів при їхньому переробленні: зазвичай втрати у процесі перероблення мінеральної сировини у два-три рази вище втрат корисних копалин і компонентів при видобуванні<sup>28</sup>.

Суттєвий, а іноді й вирішальний, вплив на економіку гірничодобувних галузей в Україні справляє зниження якості мінеральної сировини: збільшення зольності енергетичного вугілля, яка за останні 40 років

---

<sup>26</sup> Барановський В. А., Руденко Л. Г., Горленко І. Ю., Разов В. П. Екологічна ситуація. Київ : Укргеодезкартографія, 1996.

<sup>27</sup> Іванов Є. А., Біланюк В. І. Ефективність використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів в Україні. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: матер. 2-ої міжнарод. наук.-практ. конф. Київ : ДКЗ, 2015. С. 344–351.

<sup>28</sup> Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України : монографія. Львів : Простір-М, 2013. 684 с.

зросла на 10 %, а теплота згоряння знизилась на 13 %. Підвищення зольності кам'яного вугілля знижує надійність роботи парових котлів, збільшує витрати на їх поточний і капітальний ремонт. Через низьку якість спалюваного вугілля впала проектна потужність ТЕС, а господарство втрачає мільярди кВт/год. за рік. Водночас, ТЕС збільшують обсяги викидів золи в атмосферне повітря й зростають площі земельних відводів під золовідвалами.

Економічну ефективність комплексного використання мінеральної сировини виявляють у різних напрямках. Передусім супутнє вилучення цінних компонентів значно розширює мінерально-сировинну базу. Більшість супутніх компонентів вважають цінними і навіть неповне вилучення їх з мінеральної сировини дає змогу суттєво розширити сировинну базу промисловості, зменшити відходи виробництва, підвищити його економічну ефективність і поліпшити екологічну ситуацію. Для ефективнішого використання мінеральної сировини застосовують багатопродуктовий підхід, приділяють увагу не лише отриманню основного, а й інших корисних компонентів. Наприклад, за ефективного використання нафти можна одержати понад 200 видів продукції, кам'яного вугілля – понад 100, а кухонної солі – 45<sup>29</sup>.

Серйозною у сучасних умовах стала проблема комплексного використання відходів гірничого виробництва, які включають розкриті породи при відкритому способі розробленні корисних копалин і відвали порід при освоєнні родовищ підземним способом, збалансовані і важкозбагачувальні руди: хвости збагачення, шлаки, шлами, золи тощо. На жаль, у господарстві використовують до 2–4 % гірничопромислових відходів, хоча їх значна частина придатна для виробництва різних будівельних матеріалів. На гірничорудних і гірничо-хімічних підприємствах Західного регіону України накопичено значні обсяги відходів виробництва, які не використовують. Водночас, поблизу кар'єрів цих підприємств функціонують спеціальні кар'єри для видобування будівельних матеріалів. Собівартість будівельного щебеню, піску і гравію із відвалів у два-чотири рази нижче, ніж на спеціалізованих підприємствах.

Накопичення значних обсягів гірничопромислових відходів є наслідком нераціонального використання корисних компонентів. За умови комплексного використання мінерально-сировинних ресурсів кількість накопичених відходів зменшиться практично у два рази. Таке використання мінеральних ресурсів дає змогу збільшити кількість

---

<sup>29</sup> Іванов Є. А., Біланюк В. І. Ефективність використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів в Україні. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: матер. 2-ої міжнарод. наук.-практ. конф. Київ : ДКЗ, 2015. С. 344–351.

отриманої промислової сировини, що має велике економічне значення. Водночас при величезних обсягах видобування корисних копалин в надрах утворились великі гірничі простори, правильне використання яких стає важливим господарським питанням. Здобутий досвід щодо створення газосховищ, лікарень, заховання небезпечних речовин, розміщення допоміжних чи навіть основних виробництв (наприклад, підземних заводів) є недостатнім. Для повнішого використання мінеральних ресурсів слід впроваджувати нові ресурсозберігаючі технології і техніку.

Загалом мінерально-сировинні ресурси України виступають стратегічною складовою національного багатства, що гарантують енергетичну безпеку країни та її експортний потенціал. Враховуючи те, що держава не володіє достатньою кількістю паливно-енергетичних ресурсів та є залежною від зовнішніх джерел постачання, слід впроваджувати політику енергозбереження, освоювати власні запаси вугілля, нафти і газу, стимулювати використання нетрадиційних видів енергії. На жаль, не відіграють суттєвої ролі й надра місцевого значення через відсутність мотивації для органів районного і місцевого управління щодо їх використання.

В останні роки в Україні фіксують численні випадки самовільного, несанкціонованого використання надр та інші порушення законодавства у цій сфері. Окремі підприємства, що видобувають місцеві види корисних копалин – будівельний камінь, пісок, глини і суглинки, піщано-гравійну суміш тощо, працюють без відповідних спеціальних дозволів. Відбувається й нелегальне розроблення покладів кам'яного вугілля, нафти і бурштину, а також геологічне вивчення надр. Необхідно посилити геологічний контроль за вивченням та використанням мінеральних ресурсів. Прийняття тимчасових (строком на один рік) спеціальних дозволів є негативним чинником для залучення інвестицій у надрокористування.

У передових державах світу (США, Японії, Німеччині та ін.) питанням ефективного використання гірничопромислових відходів приділяють величезну увагу, у результаті чого рівень їхньої утилізації складає 65–80 %<sup>30</sup>. В Україні цей показник оцінюють у 10–12 %, а, відповідно, накопичені невикористані резерви вторинної мінеральної сировини. З огляду на те, що гірничопромислові відходи, що забруднюють природне середовище, можуть бути використані в господарстві, актуальним є питання їхньої утилізації. Використання відходів в якості вторинних матеріальних ресурсів дає змогу вирішити важливі завдання як економія мінеральної сировини, вивільнення земельних ресурсів,

---

<sup>30</sup> Довгий С. О., Павлишин В. І. Екологічна мінералогія України. Київ, 2003. 152 с.



запобігання забруднення природного середовища, зростання ефективності виробництва тощо. Утилізація відходів також набуває актуальності у зв'язку із зростанням вартості сировини, яке супроводжує процес виснаження мінеральних ресурсів.

Для сталого економічного розвитку України потрібне не лише розроблення нових запасів природної мінеральної сировини, але й техногенних, вторинних і нетрадиційних мінеральних ресурсів, що накопичені у понад 1 600 техногенних родовищах та об'єктах. Техногенні родовища різних корисних копалин являють собою потужну резервну мінерально-сировинну базу розвитку гірничодобувної промисловості. Вони містять кольорові, рідкісні, благородні, чорні метали, а також рідкоземельні елементи, нерудну, будівельну та енергетичну сировину, мінеральні добрива, вапнякові і гіпсові меліоранти тощо<sup>31</sup>. Найпростішим технологічним варіантом залишається організація утилізації відходів з метою вироблення будівельної сировини. З відходів мінеральної сировини можна отримати будівельні матеріали, магнієві і сірковмісні добрива, вапнякові і гіпсові меліоранти. З промислових відходів також додатково можна отримувати значну кількість вугільного палива, чорних, кольорових, рідкісних металів, флюсів, що важливо в умовах існуючого гострого дефіциту названої сировини.

Важливим також є ефективне використання гідромінеральної сировини. З підземних шахтних вод можливо вилучати літій, бор, германій тощо.

Головну масу промислових відходів, що утилізують, використовують для засипання відпрацьованих кар'єрних площ, забутовування підземних гірничих виробок, рекультивациі порушених земель. При цьому, у процесі засипання використовують не лише пусті породи, які інакше застосовувати не можна, а й такі види промислових відходів, які можна переробляти на корисну продукцію. Однак технічний рівень видобування та застосування цих відходів недостатній для налагодження раціонального їх використання. Утилізація розкритих і вмщуючих порід дає змогу скоротити їхні площі та економити земельні ресурси, а вилучення корисних компонентів з хвостосховищ, окрім економічної вигоди, сприяє очищенню складових природного середовища від шкідливих для здоров'я людини і біоти домішок, особливо важких металів і радіонуклідів.

---

<sup>31</sup> Бент О. Й. Техногенні родовища і приріст запасів корисних копалин. *Мінералогічний журнал*. 1996. № 6 (18). С. 81–84.

## 5. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами

Об'єктами рекультивації чи ревіталізації виступають геосистеми у зоні впливу гірничодобувного підприємства. Існували різні геосистеми<sup>32</sup>: первинні (доісторичні), які виникли до початку освоєння території; історичні, що постали у процесі господарського використання території ще до початку проведення гірничих робіт; техногенні (майнінгові), які сформувалися під час експлуатації родовища корисних копалин; посттехногенні (постмайнінгові), створені після проведення рекультивації або самовідновлення природного середовища. Ця систематизація геосистем покращує розуміння системи рекультиваційних і ревіталізаційних робіт.

Нерідко, обраний напрямок і спосіб проведення рекультиваційних робіт відповідає рівню розвитку економіки та ментальності населення держави. У економічно розвинених країнах вкладають серйозні кошти у рекультивацію гірничопромислових об'єктів й вважають, що земельні угіддя обов'язково мають бути повернені користувачам. У свідомості людей закладено постулат, що після розроблення корисних копалин, постмайнінгові геосистеми швидкими темпами повинні перетворюватися у землі іншого господарського призначення (лісо- чи сільськогосподарського, рекреаційного тощо).

Більшість нормативних документів у Радянському Союзі також вимагало повернення до історичних геосистем, формування в межах гірничопромислових геосистем сільськогосподарських земель. Проте в останні роки, в соціально-економічні пріоритети у природокористуванні змінилися. Для України, де розораність земельних угідь становить 70 %, повернення земель до активного ведення сільського господарства, тобто повернення до історичних ландшафтів, є недоречним. Повернення до первинних (доісторичних) геосистем, загалом неможливе. Варто відзначити високу вартість проведення рекультиваційних робіт. Власне тому, сьогодні більшість проектів передбачають ревіталізацію гірничопромислових територій<sup>33</sup>.

Варто відзначити, що у більшості європейських держав існує тенденція до виведення земельних угідь із сільськогосподарського використання, тому у рекультивації гірничих об'єктів акцентують увагу на створення рекреаційно привабливих територій. Головним способом

---

<sup>32</sup> Гайдін А. М., Зозуля І. І. Ревіталізація и постмайнінг. *Форум гірників–2006* : матер. міжнарод. конф. Дніпропетровськ, 2006. С. 180–200.

<sup>33</sup> Іванов Є. А., Біланюк В. І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: матер. 4-ої міжнарод. наук.-практ. конф. : у 2-х т. Київ : ДКЗ, 2017. Т. 2. С. 257–265.

рекультивациі у рекреаційному напрямі є створення природоохоронних об'єктів, лісопаркових, паркових, туристично-оздоровчих і спортивно-розважальних зон, а також комбінованих (коротко- і довготривалого) зон відпочинку, рекреації і туризму.

Одним з головних напрямів оптимізації гірничопромислових територій на сьогодні залишається їх рекультивация. Існуючі технології рекультивациі земель недостатньо враховують екологічні і природоохоронні аспекти проблеми, що не дає змоги удосконалювати технологію розкривних робіт та подальшу технічну рекультивацию земель із зменшенням екологічної небезпеки<sup>34</sup>. Варто пам'ятати, що порушення природних взаємозв'язків, навіть на малій земельній ділянці, призводить до порушення екологічної рівноваги на суттєво більших за площею навколишніх територіях. Власне тому важливими є геоекологічні дослідження як основа для розроблення заходів щодо рекультивациі земель для створення на місці порушених земель продуктивних, оптимально організованих й екологічно збалансованих природно-господарських систем.

Незалежно від напрямку рекультивациі земель, її першим етапом є гірничотехнічна рекультивация, спрямована на надання належної (проектної) форми гірничопромисловим геосистемам. Головним недоліком існуючої технології гірничотехнічної рекультивациі є те, що термін часу між її завершенням та поверненням території до використання становить два-п'ять років, інколи більше. У практиці рекультивациі гірничопромислових геосистем найгостріше стоїть проблема ущільнення ґрунтів і ґрунтоутворних відкладів. Це зумовлено відсутністю робіт з пошарового ущільнення розкривних порід на рекультивованій площі. При цьому частка додаткових витрат менше 5 % від кошторису рекультивациійних робіт<sup>35</sup>. Іншим аргументом щодо ущільнення гірських порід є зростання стійкості схилів до прояву гравітаційних, зсувних та ерозійних процесів. Для формування оптимальних показників поверхонь різної крутизни та експозиції гірничопромислових геосистем з метою проведення рекультивациійних робіт слід вивчити мінеральний і гранулометричний склад, обмінні властивості мінеральної складової, фізико-хімічні параметри гірських порід і відкладів як субстрату для ґрунтоутворення тощо.

Для реалізації екологічного напрямку рекультивациі гірничопромислових територій має застосовуватись ландшафтно-екологічний

---

<sup>34</sup> Стеревська Л. В. Рекультивация земель. Київ : Урожай, 1977. 128 с.

<sup>35</sup> Зінченко В. М. Удосконалення технічної рекультивациі земель з метою поліпшення екологічного стану місцевості. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 3. С. 25–36.

підхід, який вимагає проведення ландшафтного картування. При цьому картують антропогенні та антропогенно-модифіковані геосистеми, які підлягають рекультивації, складають картосхеми культурних геосистем, що виникнуть після оптимізаційних робіт. Комплексний аналіз дає змогу обрати спосіб гірничотехнічної і біологічної рекультивації, визначити ефективне використання земель у подальшому, для покращення екологічного стану та облаштування сільськогосподарських угідь, лісових насаджень, упорядкування території для рекреаційних потреб тощо<sup>36</sup>.

При цьому важливо визначити доцільність використання земельних угідь вже на етапі проектування рекультиваційних робіт, що дає змогу обґрунтувати напрям рекультивації. Основою вибору є бажаний економічний ефект, який враховує як витрати на рекультивацію, так і відновлювальну прибутковість при сільськогосподарському чи іншому використанні гірничопромислових геосистем. Екологічні умови гірничопромислових територій, головню, визначають обсяги відновлювальних робіт, витрати на їхнє проведення і технологію рекультивації. Однак під час економічного оцінювання витрат на рекультивацію, спрямовану не лише на відновлення природних ресурсів, але й на задоволення потреб суспільства щодо якості довкілля, слід враховувати результати рекультивації (господарські, екологічні, соціальні тощо) і чинники, що їх визначають.

Результатом екологізації рекультиваційних робіт є утворення у районах видобування і збагачення корисних копалин умов, які будуть максимально задовольняти історико-культурні, санітарно-гігієнічні, естетичні і рекреаційні вимоги. При цьому отриманий результат залежить від обраного напрямку рекультивації. Таким чином, оптимальний напрям рекультивації визначається як економічними показниками, так і соціально-екологічними умовами району розроблення мінеральної сировини. Для обґрунтування технологічних схем і точного прогнозування екологічних наслідків слід розраховувати економічну ефективність рекультивації. Без урахування соціально-екологічного результатів показник економічної ефективності рекультивації в межах гірничопромислових територій стає нижчим у два-три рази<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Андрейчук Ю. М. Актуальні проблеми оптимізації постмайнінгових геосистем. *Землеустрій, кадастр та охорона земель в Україні: сучасний стан, європейські перспективи* : матер. міжнарод. конф. Київ : МПБП «Гордон», 2016. С. 202–206.

<sup>37</sup> Зінченко В. М. Удосконалення технічної рекультивації земель з метою поліпшення екологічного стану місцевості. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 3. С. 25–3.

Сьогодні найпопулярнішими методами рекультивації порушених земель залишаються залуження і заліснення з нанесення ґрунтового шару. Напрями відновлення антропогенно трансформованих геосистем визначають на основі встановлення їхньої придатності для певного виду господарського освоєння – сільсько-, лісо- і водогосподарського, рекреаційного, природоохоронного чи будівельного. Залежно від ступеня антропогенної трансформації геосистем варто вибирати напрям рекультиваційних робіт. Так, внаслідок проведення гірничих робіт, що спричинили незначні зміни геосистем можливе подальше сільсько-господарське, лісгосподарське чи рекреаційне використання земель практично без застосування рекультиваційних заходів. Внаслідок незначних змін складових геосистем можуть здійснюватися заходи із сприяння природному поновленню рослинності. Натомість, за умов сильних трансформаційних змін геосистем, за умов втрати родючості ґрунтів, будь-яке освоєння території можливе після проведення складного комплексу рекультивації і фітомеліорації земельних угідь<sup>38</sup>. За середнього рівня антропогенної трансформації геосистем слід проводити фітомеліоративні, а внаслідок сильно змінених умов – повноцінні рекультиваційні заходи.

У процесі вибору технології рекультивації слід враховувати потенціал самовідновлення гірничопромислових геосистем. Вибір напрямку відновлення і господарського використання гірничопромислових територій ґрунтується на аналізі ступеня антропогенної трансформації геосистем. Такі дослідження та розрахунки визначають екологічну необхідність та економічну доцільність рекультивації чи ревіталізації цих геосистем. Складність рекультиваційних і ревіталізаційних робіт можна класифікувати на просту, ускладнену і складну. Час відновлення гірничопромислових геосистем визначаємо за терміном, який минув від початку їхньої антропогенної трансформації до відновлювання продуктивності. При цьому продуктивність новостворених систем не має поступатися продуктивності сусідніх природних ландшафтів. Загалом час відновлення порушених земель класифікують на короткостроковий (до 5 років), середньостроковий (5–10 років) і довгостроковий (понад 10 років)<sup>39</sup>.

Відновлення ґрунтового покриву у районах видобування і збагачення корисних копалин відбувається повільно. Найшвидше формування

---

<sup>38</sup> Генік Я. В. Технологічна класифікація порушених екосистем з метою їх ревіталізації. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.3. С. 103–108.

<sup>39</sup> Іванов С. А., Біланюк В. І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: матер. 4-ої міжнарод. наук.-практ. конф.: у 2-х т. Київ : ДКЗ, 2017. Т. 2. С. 257–265.

ґрунтів гірничопромислових геосистем можливе лише при реплантації (землюванні) ґрунтового шару, коли на неродючу поверхню наносять ґрунт-реплантант. Якість реставрації подібних субстратів з відсутнім ґрунтовим покривом є пропорційною потужності нанесеного шару. Однак така реплантація пов'язана зі значними витратами на виготовлення, перевезення і встановлення такого ґрунту. За сучасних економічних умов на гірничопромислових об'єктах доцільнішим є процес поступового самовідновлення ґрунтового покриву без активного антропогенного впливу, лише за рахунок залуження чи заліснення ґрунтоподібних субстратів. Самовідновлення ґрунтового покриву відбувається за специфічних природних умов, що відрізняються від формування зональних ґрунтів. Це якісно нове ґрунтове тіло, пов'язане з посттехногенними чинниками ґрунтоутворення<sup>40</sup>. Тобто йдеться не стільки про самовідновлення, а утворення нових (рецентних) ґрунтів, які суттєво відрізняються від зональних. Аналіз підходів до класифікацій ґрунтів гірничопромислових геосистем підтвердив їх залежність від способу розроблення мінеральної сировини та властивостей ґрунтоутворювальних субстратів<sup>41</sup>.

Досвід біологічної рекультивації гірничопромислових геосистем свідчить про можливість використання багатьох розкритих відкладів як субстрат для різних сільськогосподарських культур. Проведення цього етапу рекультивації потребує врахування складу і властивостей розкритих відкладів і ґрунтової маси як меліорантів. У свою чергу, малоприсадні для сільського господарства гірські породи придатні для використання їх в якості об'єктів біологічної рекультивації. Біологічна ефективність фітомеліорації визначають способом господарського використання антропогенно трансформованих геосистем та вибором рослин для утворення фітоценозів. Формування лісових насаджень в межах відвалів і кар'єрів із деревних порід, які екологічно пристосовані до природних умов, підвищує стійкість новостворених лісових угруповань. Підбір оптимального співвідношення деревних порід та їхнього розміщення у лісових насадженнях підвищує стійкість до несприятливих чинників довкілля<sup>42</sup>.

Власну специфіку володіє рекультивація нафтозабруднених земель, яка передбачає збирання із земної поверхні надлишків вуглеводнів, рихлення ґрунтосуміші для їхньої дегазації, мікробіологічне руйнування нафтового забруднення, покращення водно-повітряного режиму тощо.

---

<sup>40</sup> Демидов О. А. Удосконалення класифікації рекультивованих ґрунтів. *Наук. доповіді НУБіП України*. 2014. № 1.

<sup>41</sup> Панас Р., Маланчук М. Класифікація техногенних ґрунтів: сучасні методичні підходи. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2009. Вип. 72. С. 122–127.

<sup>42</sup> Генік Я. В. Критерії оцінювання ефективності фітомеліорації порушених екосистем. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.17. С. 90–94.

Ключовим етапом геоекологічних досліджень є розвиток нових екологічно безпечних та вигідних технологій відновлення ґрунтового і рослинного покривів, а також пошуку фітоіндикаторів антропогенної трансформації геосистем.

Принципи рекультиватії і ревіталізації антропогенно трансформованих геосистем ґрунтуються на їх інтеграції в оточуючі природні ландшафти<sup>43</sup>.

## ВИСНОВКИ

Пізнання сутності гірничопромислових геосистем повинно враховувати три принципи їхнього функціонування: природно-антропогенної сумісності геосистем, аналогії і випереджувального вивчення районів розроблення корисних копалин. Важливе місце у функціонуванні гірничопромислових геосистем відведено формуванню ґрунтового субстрату і рослинних угруповань.

Запропоновані науково-методичні положення оцінювання екологічного стану геосистем районів розроблення корисних копалин дали змогу виявити зони їх інтенсивної антропогенної трансформації в межах Західного регіону України. Дуже сильний, наблизений до критичного, ступінь антропогенної трансформації геосистем виявлено в межах відвалів, хвостосховищ та зон затоплення і підтоплення у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні; відвалів екстракції озокериту у Західноукраїнській нафтогазоносній провінції; ділянок підземного виплавлення сірки у Передкарпатському сірконосному басейні; Домбровському кар'єрі, хвостосховищах та зонах карстопровалення у Передкарпатській і Закарпатській соленосних провінціях.

Застосування сучасних енерго- і ресурсозберігаючих технологій у гірничодобувній і гірничозбагачувальній галузях спричинить поліпшення екологічної ситуації у регіоні. Новітні технології, виправдовують себе протягом короткого терміну та забезпечують максимальний вихід кінцевого продукту у розрахунку на одиницю вихідної мінеральної сировини. Важливою обставиною й є те, що собівартість товарної продукції з гірничопромислових відходів у 5–15 рази нижче, ніж з видобутих традиційними способами руд природних родовищ корисних копалин. На жаль, сьогодні залучення техногенних відходів стримується низькою економічною спроможністю держави.

Під оптимізацією гірничопромислових геосистем слід розуміти складний процес керованих дій (управління) в межах природно-господарських систем як у процесі видобування і збагачення корисних

---

<sup>43</sup> Сорокіна Л. Антропогенізовані ландшафти як варіанти природних. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2004. Вип. 31. С. 208–214.

копалин з метою їх ефективного використання, так й після розроблення покладів мінеральної сировини для забезпечення ефективного виконання господарських функцій. Оптимізаційні заходи для гірничопромислових регіонів передбачають обґрунтування шляхів їхнього здійснення, виявлення природних і соціально-економічних обмежень, визначення виду природокористування та аналіз наслідків діяльності людини.

Обґрунтування засад рекультивації гірничопромислових територій є актуальною дослідницькою проблемою при відновленні порушених земель, вилучених із господарського використання. Основою для таких пошукувань є аналіз особливості міграції забруднення та самоочищення ландшафтів. Аналіз структури районів розроблення корисних копалин є основою для оцінювання ступеня їх антропогенної трансформації, стійкості ландшафтів та з'ясування шляхів подальшого розвитку.

### **АНОТАЦІЯ**

Розглянуто наукові засади гарантування екологічної безпеки у районах розроблення різних корисних копалин. У процесі прямого та опосередкованого техногенного впливу на основі кар'єрів, відвалів, хвостосховищ чи відстійників утворені гірничопромислові геосистеми, а після його завершення – виникають постмайнінгові геосистеми. Проведені геоecологічні дослідження дали змогу сформулювати підходи, що сприятимуть вирішенню нагальних екологічних проблем гірничопромислових і постмайнінгових територій. Проаналізовано умови формування геосистем після завершення розроблення родовищ корисних копалин. Запропоновано методику оцінювання екологічного стану геосистем гірничопромислових територій. Визначено ступінь антропогенної трансформації районів видобування і збагачення корисних копалин у Західному регіоні України. Окреслено питання ефективності використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів. Сформульовано спектр проблем рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами.

### **Література**

1. Бент О. Й. Техногенні родовища і приріст запасів корисних копалин. *Мінералогічний журнал*. 1996. № 6 (18). С. 81–84.
2. Генік Я. В. Критерії оцінювання ефективності фітомеліорації порушених екосистем. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.17. С. 90–94.
3. Генік Я. В. Технологічна класифікація порушених екосистем з метою їх ревіталізації. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.3. С. 103–108.



4. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : у 2-х т. Київ : ВПЦ «Київ. ун-тет», 2005. Т. 1. 431 с.; Т. 2. 503 с.
5. Демидов О. А. Удосконалення класифікації рекультивованих ґрунтів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2014. № 1.
6. Довгий С. О., Павлишин В. І. Екологічна мінералогія України. Київ, 2003. 152 с.
7. Єтеревська Л. В. Рекультивація земель. К.: Урожай, 1977. 128 с.
8. Зінченко В. М. Удосконалення технічної рекультивації земель з метою поліпшення екологічного стану місцевості. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 3. С. 25–36.
9. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.
10. 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. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 15. С. 5–8.
11. Іванов Є. А. Підходи до класифікації гірничопромислових геосистем. *Проблеми ландшафтознавства в контексті стратегії сталого розвитку та Європейської ландшафтної концепції* : матер. міжнарод. наук. семін. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2017. С. 78–82.
12. Іванов Є. А. Природно-господарські системи гірничопромислових територій Західного регіону України: функціонування, моделювання, оптимізація : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Київ : ФОП Корпан Б. І., 2017. 40 с.
13. Іванов Є. А., Біланюк В. І. Ефективність використання мінеральної сировини і гірничопромислових відходів в Україні. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 2-ої міжнарод. наук.-практ. конф. К.: ДКЗ, 2015. С. 344–351.
14. Іванов Є. А., Біланюк В. І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 4-ої міжнарод. наук.-практ. конф. : у 2-х т. К.: ДКЗ, 2017. Т. 2. С. 257–265.
15. Іванов Є. А., Біланюк В. І. Розвиток і поширення небезпечних екзогенних процесів у Львівській області. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 7-ої міжнарод. наук.-практ. конф. Київ : ДКЗ, 2021. Т. 2. С. 195–199.
16. Іванов Є. А., Біланюк В. І., Тиханович Є. Є. Оцінювання екологічного стану геосистем гірничопромислових територій. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 5-ої міжнарод. наук.-практ. конф: у 2-ох т. Київ: ДКЗ, 2018. Т. 2. С. 75–81.

17. Іванов Є., Біланюк В., Тиханович Є. Розвиток затоплення, підтоплення і вторинного заболочення у межах вугледобувних районів. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. XII-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Переяслав-Хмельницький, 2015. С. 16–23.

18. Іванов Є. А., Біланюк В. І., Тиханович Є. Є. Формування антропогенних та антропогенно-модифікованих геосистем після припинення розроблення родовищ корисних копалин. *Географія, картографія, географічна освіта: історія, методологія, практика* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. Чернівці : ВПП «Місто», 2020. С. 117–120.

19. Іванов Є. Еколого-геодинамічні ризики гірничодобувної діяльності у межах процесонебезпечних територій. *Національна безпека України у викликах новітньої історії* : монографія. Київ : ДП «Експрес-об'ява», 2020. С. 109–124.

20. Іванов Є., Біланюк В., Тиханович Є. Геоекологічні дослідження гірничопромислових територій Західного регіону України. *Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки* : матер. II-ої міжнарод. наук.-практ. конф. Тернопіль : Вектор, 2020. С. 203–212.

21. Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Антропогенізація ландшафтів: підходи, діагностування, моделювання. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2012. Вип. 612–613. С. 54–59.

22. Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. Vol. 6. № 5. P. 369–392.

23. Іванов Є. А., Тиханович Є. Є. Функціонування гірничопромислових геосистем. *Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років – досягнення та перспективи (GTSNU)* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. Київ, 2018. С. 65–68.

24. Ковальчук І., Іванов Є. Перспективні напрями геоекологічних досліджень території Львівської області. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи*: матер. міжнарод. наук.-практ. онлайн-конф. Львів : Простір-М, 2020. С. 24–28.

25. Ковальчук І. П., Іванов Є. А., Андрейчук Ю. М. Актуальні проблеми оптимізації постмайнінгових геосистем. *Землеустрій, кадастр та охорона земель в Україні: сучасний стан, європейські перспективи* : матер. міжнарод. конф. Київ : МПБП «Гордон», 2016. С. 202–206.

26. Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження. Львів, 1999. 286 с.

27. Панас Р., Маланчук М. Класифікація техногенних ґрунтів: сучасні методичні підходи. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2009. Вип. 72. С. 122–127.

28. Рудько Г. І., Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Гірничопромислові геосистеми Західного регіону України : монографія. Київ–Чернівці: Букрек, 2019. Т. 1. 464 с.; Т. 2. 376 с.

29. Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України: монографія. Львів : Простір-М, 2013. 684 с.

30. Сорокіна Л. Антропогенізовані ландшафти як варіанти природних. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2004. Вип. 31. С. 208–214.

**Information about the authors:**

**Ivanov Yevhen Anatoliyovych,**

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

**Bilanyuk Volodymyr Ivanovych,**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,  
Dean of the Faculty of Geography  
Ivan Franko National University of Lviv  
41, Doroshenko str., Lviv, 79007, Ukraine

**Tykhonovych Yevhen Yevheniyovych,**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,  
Deputy Dean of the Faculty of Geography  
Ivan Franko National University of Lviv  
41, Doroshenko str., Lviv, 79007, Ukraine