Голові разової спеціалізованої вченої ради
ДНУ «Інститут екологічного відновлення
та розвитку України»
доктору технічних наук, доценту
Валерію ФРОЛОВУ

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
Державний університет «Київський авіаційний інститут»
Дудар Тамари Вікторівни

на дисертаційну роботу Касьяненка Дмитра Леонідовича «Формування еколого-збалансованої території в умовах розробки родовищ корисних копалин шляхом впровадження новітніх технологій для екологізації виробництва», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 18 – «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (технічні науки).

Актуальність теми дослідження. Сьогодні екологічна ситуація у гірничовидобувній галузі характеризується як дуже складна, оскільки більшість великих за запасами рудних родовищ або відпрацьовані, або перебувають у стадії доопрацювання. Прийняття Загальнодержавної Програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. зі змінами, внесеними ЗУ № 4731-VI передбачає «забезпечення потреб національної економіки у мінеральних ресурсах за рахунок власного видобутку, зменшення залежності України від імпорту мінеральних ресурсів та збільшення експортного потенціалу країни за рахунок власного видобутку корисних копалин, які мають великий попит на світовому ринку». Як свідчить практика, у кожному конкретному випадку, згідно з чинним законодавством, слід здійснювати не тільки всебічний аналіз можливого впливу планованої діяльності на довкілля, але й запобігати або пом'якшувати можливі негативні екологічні наслідки.

Саме тому, тема дисертаційної роботи Касьяненка Д.Л. «Формування еколого-збалансованої території в умовах розробки родовищ корисних копалин шляхом впровадження новітніх технологій для екологізації виробництва» набуває особливої актуальності.

Дисертаційна робота Касьяненка Д.Л. дозволяє визначити ступінь екологічної збалансованості території та обґрунтувати доцільність впровадження певної системи розробки на різних стадіях життєвого циклу родовища (експлуатація-ліквідація постмайнінгу).

Структура дисертації, основні наукові результати, їхня новизна і ступінь обґрунтованості. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків роботи і переліку використаних літературних джерел. Обсяг дисертації складає 167 сторінок друкованого тексту і містить 10 таблиць, 23 рисунки, бібліографію, яка включає 88 посилань на праці вітчизняних і зарубіжних авторів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Як відображено в тексті кваліфікаційної наукової праці, базовими для підготовки дисертаційних досліджень є «Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Закон України від 21 квітня 2011 року № 3268-VI) та ін.

Дисертаційна робота виконана впродовж 2023-2026 років на базі Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління та Державної наукової установи «Інститут екологічного відновлення та розвитку України». Тематика дослідження, що приведена в кваліфікаційній роботі, відповідає Стратегії розвитку науки в Україні та включена до загальнодержавної науково-технічної програми з раціонального використання надр, дослідження у сфері збільшення мінерально-сировинного потенціалу, вивчення та аналіз водних ресурсів України.

Результати виконаної роботи в майбутньому можуть бути використані при створенні оновленої бази даних поширення та розповсюдження МСБ в частині приросту запасів рудних родовищ, у процесах охорони надр від виснаження та ін. Наразі така база даних відсутня.

В роботі Касьяненка Д.Л. були поставлені наступні завдання дослідження:

1. Проаналізувати природно-геологічні та екологічні передумови формування збалансованості території на прикладі Гуляйпільського родовища залізистих кварцитів та Полохівського родовища літію.

2. Дослідити відмінності впливу шахтної, кар'єрної та змішаної систем розробки на геологічне середовище та трансформацію ландшафтної структури території.

3. Обґрунтувати систему показників екологічної оцінки та розробити інтегральний критерій екологічної стабільності IES, що враховує техногенне навантаження, зміну геологічного середовища, технологію видобування КК.

4. Виконати розрахунок інтегрального показника екологічної стабільності для Полохівського родовища літію з визначенням критичного порогового значення стабільності.

5. Обґрунтувати доцільність застосування змішаної (кар'єрно-шахтної) технології видобутку Гуляйпільського родовища залізистих кварцитів на основі інтегрального критерію екологічної стабільності IES* шляхом порівняльного розрахунку екологічних наслідків кар'єрної та комбінованої технології розробки з урахуванням геометрії кар'єру, гідрогеологічного режиму, геохімічних показників і тектонічної порушеності.

6. Провести порівняльну оцінку екологічної збалансованості Полохівського та Гуляйпільського родовищ з урахуванням їх геологічних і технологічних відмінностей.

7. Розробити організаційно-технологічну модель управління екологічною стабільністю території в період експлуатації та постмайнінгу.

8. Сформувати механізм моніторингу та прогнозування змін екосистем постмайнінгових територій із використанням інтегрального критерію як індикатора управління.

9. Обґрунтувати роль адвокаційних, правових та економічних інструментів у системі забезпечення екологічної рівноваги постмайнінгових територій.

Ці задачі є актуальними як з теоретичної точки зору, так і з точки зору практичного використання результатів дослідження.

В цілому тема дисертаційної роботи Касьяненка Д.Л. повністю відповідає спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (галузь знань 18 – Виробництво та технології).

Критичний огляд змісту дисертаційної роботи, наукової новизни, практичної значимості, достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної тематики дослідження. Сформульовано мету та задачі, що ґрунтуються на знаннях технології та системи розробки родовищ корисних копалин, які потенційно здатні забезпечити екологічне збалансування техногенного навантаження у просторі та часі. Зауважень немає.

У першому розділі «ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ У ГІРНИЧОДОБУВНІЙ ГАЛУЗІ» проведено огляд сучасного стану досліджень за обраною тематикою. Доведено, що на сьогодні ще не створено стандартизованих підходів щодо вирішення прикладних завдань стосовно визначення факторів екологічного впливу видобування залізорудних

покладів на прикладі різних способів їх розробки. Автор, розуміючи принципи сталого надрокористування та потреби в розробці металевих корисних копалин, розглядає технології умов видобування, які будуть сприяти зменшенню навантаження видобутку руди на навколишнє середовище. Цікавим є застосування різних наукових підходів щодо формування інтегральних індексів екологічної збалансованості, які поєднують морфологічні параметри, гідрогеологічні зміни, показники біоіндикатору та соціально-економічні критерії.

До зауважень можна віднести наступне: автор, говорячи про гармонізацію взаємодії між природними ландшафтами та господарською діяльністю, не здійснив аналіз структури ландшафтів. І як наслідок повністю проігнорував їх стійкість до техногенних навантажень.

У другому розділі «ПРИРОДНО-ГЕОЛОГІЧНІ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ ПРИ ОСВОЄННІ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН» представлено опис умов базового стану навколишнього середовища на території Гуляйпільського родовища залізистих кварцитів та Полохівського родовища літію. Автор з'ясував, що система природних взаємозв'язків є вихідною моделлю екологічної рівноваги території до початку освоєння і становить наукову основу для побудови інтегрального показника екологічної збалансованості при виборі способу розробки родовища. Обґрунтовано екологічну доцільність переходу від повністю відкритої до комбінованої системи видобутку (відкритий спосіб до 400-500 м із подальшим переходом на підземний), що забезпечує зменшення площі порушених земель, скорочення депресійної лійки та зниження ризиків геомеханічної нестійкості бортів. Уточнено вплив глибини кар'єру на масштаби просторової трансформації території, доведено, що при глибині 600 м збільшення довжини та ширини кар'єру по поверхні суттєво перевищує розміри оконтурених покладів, що формує непропорційно більший техногенний вплив порівняно з обсягами видобутку.

До зауважень можна віднести наступне: при чіткому описі умов базового стану параметрів довкілля на території Гуляйпільського родовища залізистих кварцитів та Полохівського родовища літію, представлених в другому розділі, автор дисертаційної роботи наводить лише просторові екологічні обмеження для прогнозування екологічних наслідків вибору способу розробки родовищ з розкриттям 3D моделювання кінцевого контуру кар'єру та шахти. Далі ми стикаємось з розбіжністю вихідних даних, які представлені автором в обґрунтуванні комбінованого варіанту.

У третьому розділі «РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДО КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ РОДОВИЩ» представлено обґрунтування системи показників екологічної рівноваги в залежності від технології розробки Гуляйпільського родовища залізистих кварцитів та Полохівського родовища літію. Автор визначає, що екологічна рівновага гірничопромислової території формується як інтегрований результат взаємодії геометричних параметрів розробки, геологічної структури масиву та геохімічної активності порід, а врахування цих чинників у виборі технології видобутку забезпечує підвищення інтегрального показника екологічної збалансованості на етапах експлуатації та постмайнінгу. Базою для розробки показника інтегральної оцінки є екологічні показники, розроблені Європейською Економічною Комісією ООН «Керівництво щодо застосування екологічних показників у країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії», «Директива Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу № 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року» (Водна рамкова директива ЄС), та положення чинного законодавства, нормативно-правових документів стосовно створення Державної системи моніторингу довкілля і затверджених порядків та положень щодо його проведення. Автор констатує, що під час досліджень зроблено формалізований розрахунок математичної моделі порівняння сценаріїв з поєднанням в інтегральний критерій екологічної збалансованості для Гуляйпільського родовища у вигляді двох сценаріїв. Сценарій 1 – кар'єр до глибини 600 м. Сценарій 2 – комбінований варіант: до 400 м кар'єр, 400+ м підземна розробка.

Таким чином, вперше для умов Гуляйпільського родовища розроблено формалізовану модель оцінки екологічної ефективності комбінованої системи розробки. Запропоновано екологічний коефіцієнт економії, що інтегрує площинні, об'ємні та гідрогеологічні параметри. Доведено, що перехід на змішану систему дозволяє зменшити сукупне екологічне навантаження на 50%. Слід зауважити, що інтегральний критерій дозволив кількісно оцінити екологічну ефективність технологічних схем 1 і 2 та показав, що перехід до змішаної системи розробки (другий сценарій) підвищує екологічну збалансованість території.

До зауважень можна віднести наступне: дискусійним є показник технологічної керованості. Вагові значення показників (табл. 3.4, стор. 126) мають суто авторське підґрунтя. Розрахунок IES для кар'єрної схеми розробки Гуляйпільського родовища показав, що показник зростає з глибиною передбачуваного кар'єру. Нижче 300 м стан ще помірний, але на

глибині 400 м показник переходить у зону нестабільності (≈0.71). Тому максимальна глибина розробки сягає 400 м.

Окремим питанням слід сказати про використання автором критерію Z, який дозволяє відокремити геохімічний фон від аномалій (табл. 3.6, стор. 129).

Для умов Полохівського родовища розроблено формалізовану модель оцінки екологічної ефективності шахтної системи розробки та визначено, що територія розробки буде мати показник інтегрального критерію екологічної збалансованості на рівні 0.763, що характеризує відносну екологічну стабільність, але з підвищеним геохімічним та тектонічним потенціалом дестабілізації.

У четвертому розділі «ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ У ПОСТМАЙНІНГОВИЙ ПЕРІОД» представлено структуру організаційно-технологічної моделі управління екологічною стабільністю. Вона включає чотири взаємопов'язані блоки (рис. 4.1, стор. 139).

Отже, сформована в розділі концепція постмайнінгового управління є системною моделлю забезпечення екологічної рівноваги, що поєднує геоекологічний аналіз, інтегральне оцінювання, адаптивний моніторинг та економіко-організаційні механізми, забезпечуючи довгострокову стабілізацію техногенно трансформованих територій. Зауважень немає.

Висновки містять основні результати роботи і є узагальненою по відношенню різнопланових родовищ.

Достовірність наукових результатів і висновків, які сформульовані в дисертаційній роботі Касьяненка Д.Л., забезпечується застосуванням методів, що ґрунтуються на аналізі різноманітних способів дослідження.

Дисертацію Касьяненка Д.Л. «Формування еколого-збалансованої території в умовах розробки родовищ корисних копалин шляхом впровадження новітніх технологій для екологізації виробництва» можна вважати завершеною науково-кваліфікаційною роботою.

До основних результатів дисертаційної роботи, що мають наукову новизну, автором віднесені:

Вперше:

1. Розроблено природно-геологічну модель екологічної рівноваги території Полохівського родовища, у якій геологічні чинники (тектоніка, геометрія крутопадаючих пегматитових тіл, геохімічна спеціалізація та гідрогеологічні умови) розглядаються як єдина просторово взаємопов'язана система.

2. Для умов Гуляйпільського родовища виконано просторове (3D) моделювання кінцевого контуру кар'єру з урахуванням гірничо-геологічних параметрів та варіантів відкритої й комбінованої способів розробки, що дозволило обґрунтувати концепцію екологічної рівноваги та перейти від статичної оцінки впливу до структурно-динамічної моделі формування техногенно змінених геосистем.

3. Запропоновано екологічний коефіцієнт економії, що інтегрує площинні, об'ємні та гідрогеологічні параметри. Доведено, що перехід на змішану систему дозволяє зменшити сукупне екологічне навантаження на 50%. Слід зауважити, що інтегральний критерій дозволив кількісно оцінити екологічну ефективність технологічних схем 1 і 2 та показав, що перехід до змішаної системи розробки (другий сценарій) підвищує екологічну збалансованість території.

Удосконалено:

4. Методичний підхід до інтеграції геолого-структурних і геохімічних чинників у систему екологічної оцінки території, де природні параметри (тектонічна проникність, фонова геохімічна структура, гідрогеоморфологічні особливості) формують базові коефіцієнти інтегрального показника екологічної збалансованості.

5. Методику оцінювання техногенно трансформованих ландшафтів шляхом поєднання морфометричних, гідрологічних, ґрунтових та біоіндикаторних параметрів у математичних моделях.

6. Механізм забезпечення екологічної рівноваги у постмайнінговий період, що дозволяє інтегрувати природні передумови території з технологічними рішеннями, а саме: мінімізувати довгострокові екологічні ризики; підвищити економічну ефективність відновлення; забезпечити науково обґрунтоване прогнозування динаміки екосистем.

Набули подальшого розвитку:

7. Положення про необхідність застосування інтегрованого геоекологічного аналізу на стадії проектування гірничих робіт, де 3D-моделювання розглядається як інструмент для подальшого прогнозування просторових екологічних наслідків.

8. Методичний підхід до врахування гідрогеологічного фактору при виборі способу розробки родовища, зокрема через оцінку очікуваного водоприпливу, формування депресійної лійки та зміни напрямків підземного і поверхневого стоку.

9. Концепція врахування природного стану території як базової точки відліку для прогнозування екологічних наслідків вибору способу розробки (шахтного, кар'єрного або комбінованого).

Практична цінність. Результати дисертаційної роботи мають вагоме практичне значення, оскільки спрямовані на впровадження інженерно реалізованої природоохоронної технології.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у розробленні та впровадженні науково обґрунтованого інструментарію управління екологічною стабільністю гірничодобувних територій на всіх стадіях життєвого циклу родовища, включаючи етап постмайнінгу.

Запропонований інтегральний критерій екологічної стабільності IES може бути використаний: при виборі технології розробки родовищ (кар'єрної, шахтної або змішаної); на стадії техніко-економічного обґрунтування (ТЕО); у процедурах оцінки впливу на довкілля; під час розроблення проектів ліквідації та консервації гірничих об'єктів.

На прикладі Гуляйпільського родовища вперше виконано екологічне обґрунтування змішаної (кар'єрно-шахтної) технології із застосуванням інтегрального критерію, що дозволяє перейти від суто економічного вибору технології до кількісно аргументованого екологічного проектування.

Отримані результати можуть бути використані: при розробленні стратегій відновлення територій постмайнінгу; у системах екологічного менеджменту підприємств; у навчальному процесі закладів вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Запропонований підхід забезпечує підвищення рівня екологічної безпеки, зменшення довгострокових негативних наслідків гірничодобувної діяльності та сприяє реалізації принципів сталого розвитку у промислових регіонах.

Апробація результатів і повнота викладення в опублікованих працях. Основні положення дисертаційної роботи було висвітлено у доповідях: IX міжнародної науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (7-11 жовтня 2024 р., м. Львів, Україна); X міжнародної науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (6-10 жовтня 2025 р., м. Львів, Україна); XII Міжнародної науково-практичної конференції «ВОДА ДЛЯ МИРУ», присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів (м. Київ, 2024); I Міжнародної науково-практичної конференції «Технології безпеки: сучасні виклики та перспективи» (12-13 березня 2026 р., м. Черкаси).

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 9 робіт, з яких 4 статті у періодичних наукових виданнях, що індексуються наукометричними базами Web of Science Core Collection та/або Scopus; 5 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях.

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення, висновки і узагальнення ґрунтуються на суттєвому обсязі накопичених результатів. Зроблені автором висновки цілком обґрунтовані і відповідають поставленій меті та її змісту. Результати роботи відповідають змісту статей, що опубліковані автором у фахових виданнях.

Зауваження та побажання:

1. Чому в дисертаційній роботі поза увагою стали такі питання як екологічне обмеження щодо оцінки ландшафтних змін?

2. Здобувач стверджує, що постмайнінговий період є завершальною фазою життєвого циклу гірничого об'єкта. Але в той же час нагадує нам, що природно-геологічні параметри (тектонічна проникність, геохімічний фон, гідрогеологічна структура) формують базову екологічну матрицю території. І тому виникає питання: Чи може організаційно-технологічна модель управління екологічною стабільністю стати механізмом «зеленого редевелопменту»?

3. В дисертаційній роботі не представлені критерії екологічної збалансованості території родовищ, де на передній план повинні виходити властивості геосистем.

4. Що означає стандартний елемент багатокритеріальної оцінки, роль та значущість окремих компонентів екологічного стану?

5. При застосуванні методології оцінювання екологічної збалансованості гірничодобувної території здобувач не в повній мірі розкриває міграційної здатності хімічних елементів, взаємозв'язок між коефіцієнтом фільтрації гірського масиву та масштаб депресійної лійки.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом обґрунтовано тему, мету, основні завдання роботи, освоєно необхідні методи польових та лабораторних досліджень. Виконано збір натурного матеріалу, його камеральне опрацювання, визначено інтенсивності гідрогеохімічної трансформації. Обґрунтовано доцільність застосування змішаної (кар'єрно-шахтної) технології видобутку родовищ на основі інтегрального критерію екологічної стабільності IES. Проведено статистичну обробку отриманих даних, сформульовано основні положення роботи та висновки дисертації. Особисто або у співавторстві підготовано до друку наукові праці, у яких було викладено технології видобутку родовищ, як спрямування дисертації,

що мають теоретичне і практичне значення, відповідає вимогам до наукової кваліфікації ступеня доктора філософії, що встановлені «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою № 44 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року(зі змінами, внесеними відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №341 від 21 березня 2022 р.), а також «Вимогам до оформлення дисертації», затверджених наказом МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 (зі змінами, внесеними згідно з наказом МОН України № 759 від 31 травня 2019 р.), а Касьяненко Д.Л. **заслуговує присудження** наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 18 – «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища (технічні науки)

Опонент:

доктор технічних наук, професор,
провідний науковий співробітник
ДУ «Інститут геохімії
навколишнього середовища
НАН України» Тамара ДУДАР

Підпис Дудар Т.В. засвідчую

Вчений секретар «ДУ ІГНС НАН
України» Віталіна ТУК'ЯНОВА