

Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій
і глобального інформаційного простору

МОНІТОРИНГ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ
БАЗИ УКРАЇНИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ
ТЕРИТОРІЙ ЇЇ ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ
У КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЇХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору**

**С.О. Довгий, О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев,
В.М. Триснюк, Є.С. Анпілова, А.В. Балєга, В.В. Іванченко,
М.М. Курило, С.К. Кошарна**

**МОНІТОРИНГ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ
УКРАЇНИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ ІІ
ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ У КОНТЕКСТІ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Київ
Ніка-Центр
2019**

УДК 55; 504; 574

М77

Автори:

С.О. Довгий (вступ, розд. 1.1, висновки), О.М. Трофимчук (вступ, розд. 1.1, 1.3, 3.1, 3.2, висновки), М.М. Коржнев (вступ, розд. 1.1, 1.3, 1.4, 2.2, 2.4, 3.1, 3.3, висновки), Є.О. Яковлев (розд. 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, висновки), В.М. Триснюк (розд. 3.2, висновки), Є.С. Анпілова (розд. 3.2, висновки), А.В. Балєга (розд. 1.2, висновки), В.В. Іванченко (розд. 2.5, висновки), М.М. Курило (розд. 1.2, 1.4, 3.3, висновки), С.К. Кошарна (розд. 1.5, 2.4, 2.6, висновки).

Рецензенти:

Д-р геол.-мін. наук, професор В.І.Павлишин

Д-р геол. наук, ст. наук. співробітник В.В. Покалюк

Науковий редактор: д-р геол.-мін. наук, професор М.М. Коржнев

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту телекомунікацій
і глобального інформаційного простору НАН України
(протокол № 14 від 20.11.2019 року)*

Моніторинг мінерально-сировинної бази України та екологічного М77 стану територій її гірничодобувних регіонів у контексті забезпечення їх сталого розвитку / С.О. Довгий, О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев (наук. ред.), Є.О. Яковлев та ін. / НАН України, Інститут телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К.: Ніка-Центр, 2019. – 149 с.

ISBN 978-966-7067-40-3

У монографії розглянутий моніторинг у системі державного управління у сфері охорони довкілля, використання природних ресурсів і екологічної безпеки, моніторинг мінеральних ресурсів та екологічний моніторинг геологічного середовища у гірничодобувних регіонах України на стадії пост-майнінгу. Надані рекомендації щодо удосконалення такого моніторингу.

УДК 55; 504; 574

© С.О. Довгий, О.М. Трофимчук,
М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев, В.М. Триснюк,
Є.С. Анпілова, А.В. Балєга, В.В. Іванченко,
М.М. Курило, С.К. Кошарна, 2019.

© Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України, 2019.

ISBN 978-966-7067-40-3

Зміст

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	4
ВСТУП	5
Глава 1. МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИЙ КОМПЛЕКС І МОНІТОРИНГ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЕКОНОМІКИ	7
1.1. Мінерально-сировинний комплекс у переході до не сировино спрямованої інноваційної економіки	7
1.2. Фінансове забезпечення геологорозвідувальних робіт	14
1.3. Моніторинг у системі державного управління у сфері охорони довкілля, використання природних ресурсів і екологічної безпеки	34
1.4. Моніторинг мінеральних ресурсів	38
1.5. Сучасний стан екологічного моніторингу геологічного середовища в Україні	49
Глава 2. МОНІТОРИНГ СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ГІРНИЧОДОБУВ- НИХ РЕГІОНІВ	55
2.1. Зміни сейсмічності території	55
2.2. Порушення породного масиву і рельєфу	57
2.3. Зміни режиму і забруднення підземних вод	61
2.4. Забруднення ґрунтів	65
2.5. Забруднення алювію річок Кривбасу продуктами техногенезу	69
2.6. Прогноз витрат на моніторинг у постліквідаційний період	78
Глава 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ	89
3.1. Головні чинники екологічного навантаження на біоту і людину в Україні	89
3.2. Застосування географічних інформаційних систем (ГІС) у сфері екологічної безпеки	96
3.3. Сталий розвиток гірничодобувних регіонів та його моніторинг	108
ВИСНОВКИ	118
ЛІТЕРАТУРА	122
ДОДАТКИ	137

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ДКЗ - Державна комісія по запасах України

ГЕО - геолого-економічна оцінка

ГІС - геоінформаційні системи

ГРР – геологорозвідувальні роботи

ГС – геологічне середовище

ІТГШ - Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

ПДМ – постійно діюча модель

МСБ – мінерально-сировинна база

МСК – мінерально-сировинний комплекс

ПТГС – природно-техногенна геоекосистема

ВСТУП

Умови життя в країнах, залежних від гірничорудної промисловості, останні десятиліття рік від року неухильно погіршуються. У країнах, що розвиваються, тобто експортерах природних корисних копалин, доля населення, що живе на менш ніж 1 долар в день, виросла з 61% в 1981-1983 рр. до 82% в 1997-1999 рр. Економічна залежність від розробки родовищ мінеральної сировини уповільнила і навіть понизила економічне зростання в країнах, що розвиваються. Цей феномен економісти охрестили «ресурсним прокляттям». Гарвардські економісти Джеффри Сэчс (Jeffrey Sachs) і Ендрю Уарнер (Andrew Warner), які досліджували 95 країн, що розвиваються, ще у 90-х роках минулого століття дійшли висновку, що чим вище коефіцієнт ресурсозалежності (відношення експорту природних ресурсів до ВВП), тим нижче рівень росту ВВП на душу населення. Така зворотна залежність між природним багатством і економічним достатком справедлива навіть для багатих видобувних країн.

Україна за рівнем бідності основної частини населення у останні роки не набагато відрізняється від країн, що розвиваються. Перспективи її розвитку як сировинної держави обмежені в силу довготривалого видобутку і використання мінеральної сировини та початку фізичного і економічного виснаження деяких головних видів корисних копалин. Виробництво продуктів чорної металургії і хімічної промисловості, що давали основні валютні надходження від експорту до державного бюджету, все більше потребували імпортних поставок енергетичної сировини, а залежність країни від зовнішніх ринків цих продуктів й імпорту вуглеводнів були факторами нестабільності й уразливості її економіки. Хоча в останнім часом у більшу частину експорту займають продукти сільгоспвиробництва (переважно пшениця), мінерально-сировинний комплекс (МСК) в структурі промисловості все ще грає велику роль. Існують серйозні екологічні і соціальні проблеми, пов'язані з ним, без вирішення яких взагалі не можна говорити про наближення держави до умов сталого розвитку. У сучасний період це ускладнюється анексією Криму та агресією Росії на сході країни. За таких обставин вирішення ресурсних, екологічних і соціальних проблем МСК неможливо без чітко налагодженої системи моніторингу його мінерально-сировинної бази (МСБ) і відстеження впливу видобувних і переробних підприємств на якість довкілля та умови життєдіяльності місцевого населення у гірничодобувних регіонах.

Не можна говорити, що нічого не робилось у попередні роки. Була створена нормативно-правова база, що регулює діяльність МСК, у вигляді законів і постанов уряду, що затверджують певні нормативи порядки, і стандарти. У зв'язку з критичним наближенням до катастрофічного станом довкілля гірничодобувних регіонів була розроблена і прийнята урядом постанова від 31.08.99 № 1606 «Про концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України». Потім на її основі підготовлена відповідна державна програма. Багато чого не було втілене у життя і залишилось на папері. Затягування вирішення ресурсних і екологічних проблем, пов'язаних з МСК, гальмує розвиток країни. Щоб зрозуміти як оптимізувати його діяльність, треба постійно проводити моніторинг, моделювання і прогнозування ситуації у ньому на різночасову перспективу. Останнім часом стає зрозумілим для багатьох держав, економіка яких пов'язана з видобутком корисних копалин, що проблеми навколишнього середовища на територіях пост-майнінгу (гірничодобувних регіонів і районів на завершальних стадіях їх розвитку) критично погіршують умови життєдіяльності населення і не сприяють зростанню країни.

Корінна перебудова держави неможлива без зрозумілої загальної стратегії її розвитку, яка досі не розроблена, зміни структури економіки і продуманої стратегії усіх складових її розвитку – економічної, екологічної і соціально-політичної, спрямованих на задоволення потреб людини і суспільства, та постійного відстеження і корегування цього процесу.

Глава 1.

МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИЙ КОМПЛЕКС І МОНІТОРИНГ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЕКОНОМІКИ

Будучи у центрі Європи на перетинанні торговельних шляхів, багата на природні ресурси Україна була об'єктом територіальних претензій сусідніх країн і протягом останніх століть перебувала у складі різних імперій, а її короткі періоди незалежності швидко втрачались. У сучасний період наша держава незалежна вже більш чверті століття, але фактично на її політику впливають США, Росія і ЄС, що намагаються нав'язати зовнішнє управління чи через кредити МВФ, чи через припинення постачання газу і фінансування військової агресії, чи висування умов щодо вступу в ЄС і НАТО. Зрозуміло, що бідна країна за таких умов не може активно протидіяти цьому і бути суб'єктом зовнішньої політики, а її долю будуть вирішувати інші, використовуючи країну як інструмент у просуванні своїх власних інтересів. Єдиний вихід для неї це розвиток економіки і укріплення боєздатності армії.

Швидкість змін світу навколо почала збільшуватися. Це стосується як кліматичних змін, багато у чому спровокованих негативним впливом на довкілля діяльності людини, що прискорює природні ритми, так і науково-технічного прогресу цивілізації, який корінним чином змінює технології і попит на певні види природних ресурсів (приклад – світова енергетична революція з переходом на відновлювані джерела енергії [30]). За таких умов планувати свій розвиток і відстоювати власні інтереси державам стає все складніше. Необхідно з певною долею достовірності уявляти яким світ буде у майбутньому і яке місце може реально зайняти у ньому країна. Треба мати чітко налагоджену систему моделювання розвитку ситуації з врахуванням змін у регіоні і світі по даним моніторингу всіх складових розвитку років 50 наперед та відповідно до неї складати стратегію розвитку країни з поступовим її корегуванням.

1.1. Мінерально-сировинний комплекс у переході до не сировино спрямованої інноваційної економіки

Стан проблем використання мінерально-сировинних ресурсів у будь-якій країні багато у чому залежить від рівня її економічного розвитку, історії, тривалості і інтенсивності використання надр. Для держав, що інтенсивно використовують мінерально-сировинні

ресурси, умовно можна виділити три етапи освоєння надр (геологічного вивчення, інтенсивного використання та виснаження), які відображають зміни певних економічних показників і показників стану геологічного середовища [54].

Україна вже знаходиться на початку етапу виснаження надр. Висока ступень геологічного вивчення території, виснаження якісних запасів основних видів мінеральної сировини, невелика вірогідність відкриття нових великих і навіть середніх за запасами родовищ обумовлює великі ризики і недоцільність вкладення державою занадто великих коштів у пошукові і геологорозвідувальні роботи. Більш пріоритетним становиться технологічне переоснащення гірничодобувної і переробної галузей, зношеність основних фондів яких є дуже великою. В той же час в економіці країни мінерально-сировинний комплекс і безпосередньо пов'язана з ним чорна металургія є основними.

На економічний розвиток України, як і на розвиток будь-якої держави, оснований на інтенсивному довготривалому використанні мінерально-сировинних ресурсів впливали наступні головні фактори: 1 – поступове виснаження надр; 2 – формування структури економіки, зміщеної у бік важких галузей виробництва; 3 – накопичення негативних екологічних наслідків довготривалого характеру.

Поступове виснаження надр, як наслідок їх інтенсивного використання, здійснюється тому, що мінерально-сировинні ресурси є не поновлюваними, а їх запаси завжди обмеженими. Раніше чи пізніше кращі родовища відпрацьовуються, залучаються до розробки ті, що залишились, гірничо-геологічні умови погіршуються, видобуток мінеральної сировини стає неприбутковим.

Відповідно до теорії виснаження Г. Хотеллінга [54], втрати корисності мінеральних ресурсів за рахунок їх консервування компенсуються з часом приростом їх цінності. Експлуатація родовищ тісно пов'язана з політикою їх виснаження і, відповідно, вилучення і використання динамічної ренти. Великі гірничодобувні компанії (чи держава в цілому) визначають стратегію освоєння мінерально-сировинної ресурсів, виходячи з власних інтересів. Закономірності, знайдені Г. Хотеллінгом, дозволяють планувати діяльність у цій сфері в часі.

Визначати стратегію розвитку мінерально-сировинного комплексу дуже важко, тому що подорожчання сировини з часом підштовхує її споживачів до розробки ресурсозберігаючих технологій чи пошуків її заміників. Науково-технічний прогрес в цій сфері суттєво впливає на

попит, а значить і на ціну мінеральних ресурсів. Фактично змінюється структура споживання. В країнах Заходу постійні флуктуації структури споживання мінеральної сировини, науково-технічний прогрес, гнучка зовнішньо-торгівельна політика видозмінюють процес виснаження. В Росії, Україні і інших країнах пострадянського простору попит і ціна на мінеральну сировину практично не впливають на її видобуток внаслідок дуже інертної структури гірничодобувної промисловості, її обтяженості основними фондами і великої кількості працівників та недоліків структури державного управління [21].

У західній економіці завдяки добре розвинутій кредитній системі інвестиції розподіляються більш-менш вільно, що дозволяє вибрати найбільш ефективні напрямки їхнього використання. Єдина перешкода – імовільність ресурсів. На інвестиційний блок впливають стан видобувного сектора, ціни, попит. Відповідно до цих факторів капітальні ресурси йдуть прямо у видобувний сектор і науково-технічний прогрес, що дозволяє скоротити споживання природної сировини.

Формування структури економіки, зміщеної в бік важких галузей виробництва, якщо розвиток держави спирається на використання мінерально-сировинних ресурсів, є природним процесом. Воно здійснюється поступово. За тривалий період видобутку корисних копалин в місцях їх зосередження (гірничодобувних регіонах) і навколо них розвивається промислова інфраструктура і не тільки гірничодобувної і переробної промисловості, а і суміжних галузей виробництва – чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування та інших. Разом з тим йде перерозподіл населення, будуються місця і селища.

Під час економічного становлення будь-якої держави освоюються насамперед райони, де є сировина, вже існує розвинута інфраструктура і присутні великі людські ресурси. З цієї точки зору багатонаселена Україна, де ще на кінець позаминогого і початок минулого століть були відкриті родовища нафти, газу, кам'яного вугілля, заліза, була дуже привабливим регіоном для проведення індустріалізації. Протягом декількох десятиріч вона перетворилась на сировинний регіон Радянського Союзу. Все це обумовило невиправдано великий розмір деяких галузей (гірничодобувної, переробної, металургійної та інших) і, відповідно, значні деформації в народногосподарському комплексі. Окремі галузі набули в Україні гіпертрофованого і незбалансованого розвитку [50].

Структурні характеристики економіки України сучасного періоду показують її явно виражену сировинну спрямованість, а з урахуванням стану матеріально-технічної бази виробництва – серйозну екологічну загрозу. Більш того, є наявні загрози технологічній і економічній безпеці країни. Україна все активніше стає сировинним додатком, спеціалізуючись на розвитку добувних галузей, причому в структурі експорту переважає не готова, а проміжна продукція і сировина – більше 30 %. Сировинна орієнтація країни тільки усугубилася в останні роки. Згідно даних Інституту економіки промисловості НАН України, порівняння обсягів доданої вартості промисловості України і деяких країн світу в розрахунку на 1 зайнятого у промисловості вказує на значне, більше ніж десятикратне, відставання України за цим показником від США й економічно розвинутих країн ЄС (Німеччини, Великобританії та Франції). За цим показником вона перебуває на рівні Китаю, а такі країни, як Російська Федерація, Казахстан, Білорусь, випереджають її. Проблема економіки України полягає в її низькій ефективності в цілому при низькій продуктивності праці. Рівень її економічної безпеки перебуває на межі або нижче нижнього порогу, за яким може наступити руйнування економічної системи [2].

Але справа не в тому, що Україна була і залишається сировинною державою, яка постачає мінерально-сировинні ресурси і продукти їх переробки в інші країни. Економіка, деформована в бік важких галузей виробництва, потребує в 4-5 разів більше матеріальних, капітальних, енергетичних, мінеральних та інших ресурсів у порівнянні з економіками розвинутих країн зі збалансованою структурою промисловості, в яких значну долю складають легка промисловість, сфера послуг та наукомісткі сучасні виробництва, а термін «промисловість» усе частіше асоціюється з наукоємною діяльністю та передовим екологічно чистим виробництвом [126]. Надмірного використання природних ресурсів не може витримати економіка будь-якої країни, особливо при відсутності ринкових механізмів саморегуляції.

Накопичення значних екологічних наслідків довготривалого характеру. Виснаження надр і формування структури промисловості, переобтяженої важкими галузями виробництва супроводжуються накопичення значних екологічних наслідків довготривалого характеру. Це обумовлено тим, що економія на екологічних витратах на перших етапах освоєння родовищ дає великий економічний прибуток. При цьому витрати на ліквідацію наслідків надзвичайних

екологічних ситуацій і катастроф після їх відробки можуть перевищити загальний прибуток від продажу мінеральної сировини.

Деформована в бік важких галузей виробництва структура економіки і виснаження мінерально-сировинної бази з накопиченням негативних екологічних наслідків сприяло розвитку глибокої економічної кризи в Радянському Союзі в середині 80-х років, яка наряду з іншими факторами обумовила його розпад. Західні країни пережили такі кризи ще в 70-х роках минулого століття, з яких вони вийшли шляхом структурної перебудови економіки зі скороченням важких галузей виробництва та через розвиток наукомістких виробництв. Безумовно, таким шляхом має рухатись і Україна.

Перехід від планово-директивної економіки до капіталістичної, заснованій переважно на приватній власності та ринкових відносинах, призвів до довготривалих системних кризових явищ в економічній і в соціальній сферах постсоціалістичних країн, у тому числі й України. Головною причиною тому стали упущення в перетвореннях інституціонального середовища. «...Нова еліта була неспроможна здійснити необхідні інституційні перетворення. Не простежувалась закономірність «виращування» великого капіталістичного виробництва з малого та середнього. Навпаки, великі підприємства із завершеним циклом виробництва розпадались на середні та малі, а потім взагалі зникали шляхом закриття та банкрутства. У результаті підприємства сировинних галузей реально відірвалися від переробних. Сировинні підприємства самі стали виходити на зарубіжні ринки, залишаючи вітчизняні переробні підприємства без сировини та інших ресурсів...» [2]. Економічна криза в більшості держав пострадянського простору тільки поглибилась. До неї приєдналась глибока екологічна криза. В цих кризах і знаходиться Україна у даний час. Почалася так звана «криза основних фондів». Зношеність обладнання на підприємствах гірничодобувної, переробної та інших важких галузей виробництва сягає 90%. Країна входить у період техногенних надзвичайних ситуацій і катастроф. Все це спостерігається на тлі анексії Криму і агресії Росії на сході країни. Можна повністю погодитись з думкою, що «...нинішня Україна пожинає гіркі плоди попереднього розвитку, який призвів до формування олігархічної суспільної системи, що паразитувала на радянському спадку, імітувала ринкові й демократичні процедури та інститути, поляризувала українське суспільство, гальмувала розвиток середнього класу, деформувала політичну культуру, створила залежну

й безініціативну зовнішню політику, підірвала потенціал збройних сил...» [64].

Враховуючи вищенаведене на сучасному етапі для України в стратегічному плані дуже важливо визначитись в який бік треба рухатись в сфері геологічного вивчення і використання надр. Чи треба прикладати такі значні зусилля з нарощування запасів мінеральної сировини при великих взятих на баланс запасах, по значній кількості видів корисних копалин? Чи треба нарощувати видобуток окремих видів корисних копалин, запасів яких вистачає, але складні гірничо-геологічні умови і екологічні наслідки розробки родовищ призводять тільки до економічних збитків? Чи треба вкладати занадто великі державні кошти у пошуки і розвідку родовищ видів мінеральної сировини таких як нафта і газ, запаси яких в Україні у значній мірі виснажені, ймовірність відкриття великих і середніх родовищ на невеликих і середніх глибинах є низькою, перевірка перспективних структур на великих глибинах є занадто дорогою, а розробка дрібних родовищ у Закарпатті чи на шельфі Чорного і Азовського морів несе велику загрозу для існування унікальних рекреаційних зон? Хоча нарощувати видобуток власного газу в сучасних умовах з залученням західних компаній і технологій, безумовно, необхідно поки не реформована енергетична сфера. В основу сучасної енергетичної стратегії України повинен бути покладений досвід розвинутих країн, які рухаються шляхом відмови від викопного палива і переходять на відновлювані джерела енергії. Разом з паралельними заходами з енергозбереження й енергоефективності це забезпечить енергонезалежність держави [30].

Країна повинна мати свою стратегію розвитку (мінімум на 20-30 наперед) і ціль, до якої наполегливе рухатись, набуваючи все більшої суб'єктності у міжнародних відносинах. Такою ціллю, на наш погляд, має бути побудова демократичної унітарної правової держави на європейських цінностях зі збалансованою структурою управління, не сировино спрямованою інноваційною «зеленою» економікою на засадах сталого розвитку і сильною армією. З усього зазначеного вище стає очевидним, що однією із складових процесу побудови такої держави є реструктуризація мінерально-сировинного комплексу країни.

Поняття сталого розвитку світового суспільства в цілому і окремих держав має на увазі збалансованість трьох складових розвитку: економічної, екологічної і соціальної. Зростання економіки у більшості випадків збільшує екологічне навантаження на навколишнє

природне середовище, яке воно витримує до певних меж, обумовлених асиміляційним потенціалом території, що є причиною відсутності суттєвих змін геоекосистем [МСК та ст.розв.]. Це справедливо як для країни в цілому, так і для її окремих гірничодобувних регіонів.

За даними Інститутом економіки промисловості НАН України в Україні найбільш відстає соціальна складова промисловості, яка характеризується занадто низькою часткою оплати праці у випуску продукції, що занижує номінальну заробітну плату у промисловості у 6,3 рази від нижнього рівня країн ЄС [2]. Економічна складова характеризується найвищим рівнем тінзації промисловості – 126% від офіційної ВДВ промисловості (добувна – 35%, обробна – 139, виробництво електроенергії, газу та води – 62%). За результатами розрахунків найбільш впливовими загрозами економічної безпеки промисловості є такі (розташовані за пріоритетом впливу на рівень сталого розвитку промисловості): рівень тіншової заробітної плати відносно офіційної (соціальна складова), рівень тінзації промисловості (економічна складова) та рівень використання свіжої води на 1 особу (екологічна складова).

Ще на початку 2000-х років нами пропонувалось зробити наступні першочергові заходи реформування МСК України, серед яких значну роль займав моніторинг [51]:

- змінити систему моніторингу мінеральних ресурсів, спрямувавши її в бік економічних і екологічних оцінок, та зробити на цій основі переоцінку існуючого фонду родовищ, зробити більш гнучкою і оперативною систему перегляду кондицій;
- значну частину прибутків від продажу мінеральної сировини і продуктів її переробки спрямувати не на пошуки і розвідку нових родовищ, а на більш пріоритетне технологічне оновлення гірничодобувної і переробної галузей та чорної металургії;
- роботи перших етапів комерційного освоєння родовищ (пошуки та розвідку) віддати гірничодобувним компаніям, а Державній геологічній службі зосередити зусилля на регіональних геологічних і екологічних дослідженнях та моніторингу мінеральних ресурсів і стану геологічного середовища.

Треба відмітити, що певні кроки в Україні в цих напрямках вже зроблені. Проведене фундаментальне дослідження з обґрунтування нових кондицій промислових запасів залізородних родовищ з метою підвищення конкурентоспроможності української сировини і продуктів її переробки на світовому ринку [83]. Активно проводилися

роботи зі створення нової системи моніторингу мінерально-сировинних ресурсів [99].

Незважаючи на труднощі сучасного періоду, які обумовлені агресією Росії, Україна при проведенні цілеспрямованої політики може у середньостроковій перспективі зайняти своє місце у світовій економіці як держава, що спеціалізується на розвитку як мінімум трьох напрямків: 1 - інноваціях в інтелектуальній і високотехнологічній сферах; 2 – сільгоспвиробництві зерна й органічної продукції; 3 – отриманні й експорті дефіцитних на світовому ринку продуктів переробки мінеральної сировини [28, 30]. Перетворення у структурі економіки, інноваційній, енергетичній і високотехнологічній сферах вже почались. Значну роль у цих перетвореннях мають відкритість і прозорість інформації та моніторинг. Необхідною умовою пришвидшення змін у країні є розробка стратегії її розвитку на основі моніторингу всіх його складових і моделювання ситуації, що складеться у світі у середньо- і довгостроковій перспективі щоб запобігти хаотичності руху.

1.2. Фінансове забезпечення геологорозвідувальних робіт

У плановій економіці Радянського Союзу всі геологорозвідувальні роботи фінансувались із державного бюджету. З набуттям незалежності України і її переходом до ринкової економіки, у якій роботи комерційного спрямування і усі пов'язані з ними ризики зазвичай беруть на себе гірничодобувні компанії, держава часто не виправдано продовжувала фінансувати проведення пошукових, пошуково-оціночних і розвідувальних робіт, що з наведенням конкретних даних показано у дослідженнях останнього часу, проведених в Інституті геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка [8-10, 14-16, та ін.], за результатами яких складений цей розділ.

Програми фінансування геологічного вивчення надр. Фінансування геологічної галузі на загальнодержавному рівні відбувається безпосередньо через бюджетні програми, обсяг видатків яких, визначається Законом України "Про державний бюджет" на відповідний рік, головним розпорядником яких є Міністерство екології та природних ресурсів (МЕПР), а відповідальним виконавцем – Державна служба геології та надр України [15].

Стан фінансування будь-якої галузі, у контексті реалізації державної політики в цій галузі, необхідно аналізувати паралельно з

показниками доходів та видатків держави в цілому, рівня інфляції та курсу національної валюти, як індикаторів фінансової спроможності щодо такого фінансування.

У період з 2006 р. по 2018 р. доходи та видатки державного бюджету в еквіваленті національної валюти мають стійку тенденцію до зростання. Доходи державного бюджету в даний період зросли у 7,2 раза з 127,5 млрд. грн. до 917,3 млрд. грн., видатки – у 7,1 раза з 140,2 млрд. грн. до 991,7 млрд. грн. (рис. 1.1). Якщо дослідити динаміку доходів та видатків Державного бюджету за аналогічний період, але в доларах США, то доходи Державного бюджету збільшились лише в 2 раза, з 25,2 млрд. \$ до 30,6 млрд. \$, видатки, відповідно, у 1,2 раза, з 7,8 млрд. \$ до 32,7 млрд. \$.



Рис. 1.1. Динаміка доходів та видатків Державного бюджету (2006–2018 рр.) [15].

Доходи та видатки Державного бюджету в період з 2006 р. по 2018 р. зростають в одній прогресії, на відміну від видатків на геологічну галузь. При стабільному зростанні загального рівня фінансової спроможності держави (в еквіваленті національної валюти) рівень фінансування геологічної галузі залишається на жаль стабільно не прогнозованим [15].

Обсяг фінансування Міністерства екології та природних ресурсів (МЕПР), відповідно до Закону України "Про Державний бюджет", з 2006 р. по 2018 р. в еквіваленті національної валюти має тенденцію до зростання. Так, даний показник у досліджуваній період збільшився у 5,7 раза з 1177,9 млн. грн. до 6664,9 млн. грн.

Якщо проаналізувати обсяги фінансування Міністерства екології та природних ресурсів у перерахунку на долари США, то даний

показник навпаки зменшився в 1,1 раза з 233,2 млн. \$ у 2006 р. до 212,2 млн. \$ у 2018 р. [15]. Також слід зауважити, що питома вага фінансування Міністерства екології та природних ресурсів у видатках Державного бюджету в період з 2006 р. по 2018 р. має тенденцію до спадання з 0,84 % до 0,68 %, тобто можливо припустити, що такі видатки втрачають свою пріоритетність у контексті їх фінансового забезпечення саме державними коштами.

Реалізація функцій Державної служби геології та надр України відбувається у рамках виконання двох бюджетних програм – КПКВК 2404010 "Керівництво та управління у сфері геологічного вивчення та використання надр" та КПКВК 2404020 "Розвиток мінерально-сировинної бази". Стратегічною метою, на досягнення якої спрямована реалізація вищевказаних бюджетних програм, є забезпечення потреб національної економіки у мінеральних та водних ресурсах, метою бюджетних програм є реалізація державної політики у сфері геологічного вивчення, раціонального використання надр та 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, що мають великий попит на світовому ринку.

Дослідивши загальну динаміку фінансування Державної служби геології та надр як відповідального виконавця бюджетних програм у структурі видатків головного розпорядника Міністерства екології та природних ресурсів, можна стверджувати про значне зменшення даного показника в національній валюті, а саме у 5,5 раза з 826,0 млн. грн. (2006 р.) до 150,8 млн. грн. (2018 р.). Якщо ж дослідити валютний аспект вищезгаданого показника, то спостерігається його різке зменшення аж у 32,7 раза з 163,6 млн. \$ (2006 р.) до 5,0 млн. \$ (2018 р.) (рис. 1.2).



Рис. 1. 2. Фінансування Державної служби геології та надр у структурі видатків МЕПР (2006–2018 рр.) – валютний аспект [15]

Питома вага фінансування заходів, спрямованих на забезпечення потреб національної економіки в мінеральних ресурсах у видатках Міністерства екології та природних ресурсів, за досліджуваний період зменшилась з 70,1 % (2006 р.) до 2,3 % (2018 р.), що призвело до недофінансування та часткового або повного невиконання частини завдань, покладених на Державну службу геології та надр як відповідального виконавця бюджетних програм, а саме: здійснення ефективного державного управління у сфері геологічного вивчення, охорони та використання надр; надання якісної та повної геологічної інформації для надрокористування; виконання робіт з геологічного вивчення надр та виконання регіональних робіт; проведення моніторингу мінерально-сировинної бази держави і світу; забезпечення робіт з надрокористування, вивчення та прогнозу землетрусів; забезпечення наукового супроводження ГРР; проведення пошукових та розвідувальних робіт і одержання приросту перспективних ресурсів і запасів корисних копалин.

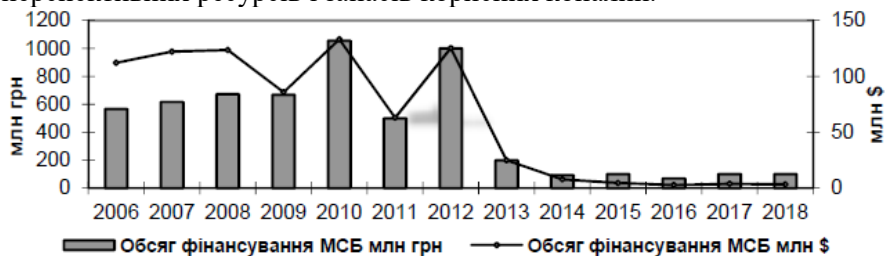


Рис.1.3. Динаміка фінансування бюджетної програми КПКВ 2404020 "Розвиток мінерально-сировинної бази" (2006–2018 рр.) [15]

З метою упорядкування та стабільності фінансування заходів щодо розвитку МСБ України було прийнято в 2006 р. Загальнодержавну програму розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 р. та в 2011 р. Загальнодержавну програму розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. Дані програми були закріплені відповідними законами № 3458-4 від 22.02.2006 р. та № 3268-6 від 21.04.2011 р., які зобов'язали Кабінет Міністрів України забезпечити виконання вищезгаданих програм та під час підготовки проекту закону про Державний бюджет України на відповідний рік передбачати виділення коштів для здійснення заходів, визначених Програмою до 2011 р., в повному обсязі, а Програмою до 2030 р. – виходячи з фінансових можливостей Державного бюджету.

Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 р. передбачала фінансування заходів,

спрямованих на розвиток пріоритетних напрямів геологічних досліджень з метою забезпечення господарства України гостро дефіцитними видами власної мінеральної сировини. Фінансування геологорозвідувальних робіт розподілялось за видами сировини та характером робіт. Програма була розрахована на період з 2006 р. по 2010 р., але закон, що її затверджував, набрав чинності лише з 1 січня 2007 р. Загальний обсяг фінансування сягав 8908,94 млн. грн., у тому числі за рахунок Державного бюджету 3406,84 млн. грн., що склало 38,2 %, та інших джерел 5502,1 млн. грн., що, відповідно, склало 61,8 %. Виконання Програми передбачалось у два етапи, перший етап передбачав фінансування 51,1 % від загального обсягу, другий – 48,9 % відповідно. Слід зауважити, що частка державного фінансування на першому етапі Програми більша, ніж на другому та становить 41,1 % та 35,3 % відповідно.

Фінансові ресурси Програми до 2010 р. за видами робіт переважно були зосереджені на геологорозвідувальних роботах (ГРР) та становили 7238,1 млн. грн., або 81,2 %, у тому числі: паливно-енергетичні ресурси – 95,1 %, металічні корисні копалини – 3,7 %, неметалічні корисні копалини – 1,2 %; для геологічних, екологічних та інших видів робіт склали 1626,94 млн. грн., або 18,3 %, у тому числі: геологічне вивчення території України – 18,4 %, гідрогеологічні, інженерно-геологічні та еколого-геологічні роботи – 20,8 %, еколого-геологічне картування – 2,0 %, ГРР на континентальному шельфі та у межах виключної (морської) економічної зони – 42,3 %, глибинне вивчення надр – 0,2 %, геофізичні дослідження – 1,3 %, видавничі роботи – 1,2 %, науково-дослідні роботи – 13,8 %; на геолого-методичне супроводження та забезпечення робіт з надрокористування становили 43,9 млн. грн., або 0,5 %.

Недофінансування завдань і заходів Програми до 2010 р. пов'язане з об'єктивними причинами, у тому числі, і з недонадходженням до бюджету збору за ГРР від НАК "Нафтогаз України", якому було дозволено розстрочку податкових зобов'язань [34], та наявність недосконалого механізму управління бюджетними коштами, підготовка не завжди ефективних і послідовних управлінських рішень у частині виконання відповідної бюджетної програми [75].

Рахунковою палатою України в результаті проведених контрольних аналітичних заходів, а саме аналізу показників паспорту бюджетної програми "Розвиток мінерально-сировинної бази", у тому числі буріння артезіанських свердловин" (КПКВ 2404020) було встановлено, що формальний підхід у запровадженні програмно-

цільового методу у сфері управління бюджетним процесом у геологічній галузі не сприяв встановленню безпосереднього зв'язку між виділеними бюджетними коштами та результатами їх використання, що негативно вплинуло на виконання показників розвитку МСБ до 2010 р. [75].

Програмою розвитку МСБ до 2010 р. передбачалося також провести технічне переоснащення підприємств геологічної галузі з метою підвищення ефективності їх діяльності в умовах ринкової економіки (1 етап реалізації Програми). Обсяги фінансування передбачались щороку в розмірі до 15 % вартості ГРР. На практиці не вдалося забезпечити належне технічне переоснащення екологічної галузі, знизити собівартість ГРР, підвищити конкурентоспроможність підприємств, впровадити інноваційні технології. Існуючий механізм інвестування галузі призводить до скорочення обсягів робіт за окремими напрямками Програми розвитку МСБ до 2010 р. і ставить під загрозу ліквідації низки спеціалізованих підрозділів у геологічних підприємств [75, 89].

Відповідно до звіту про виконання державних цільових програм у 2010 р. Міністерством екології та природних ресурсів в поясненні щодо невиконання показників якості та кількості Програми розвитку МСБ до 2010 р. було зазначено, що завдання даної програми буде виконано в межах нової Програми розвитку МСБ до 2030 р. шляхом уточнення її завдання у новій редакції. Метою Програми розвитку МСБ до 2030 р. є 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, що мають великий попит на світовому ринку [90]. Вищезгадана Програма передбачала виконання заходів та їх фінансування в три етапи за рахунок Державного бюджету та інших джерел фінансування. Слід зауважити, що переважна більшість завдань Програми розвитку МСБ до 2010 р. перейшли у відповідні розділи Програми до 2030 р.

У Програмі розвитку МСБ до 2030 р. було здійснено поділ корисних копалин за промислово-економічним значенням на категорії А, Б, В, Г, що дало змогу підійти більш диференційовано в контексті необхідності виконання певних завдань та забезпечення їх відповідним обсягом фінансування.

Відповідно до паспорту Програми розвитку МСБ до 2030 р. фінансування заходів передбачено в розмірі 189053,99 млн. грн., у

тому числі: за рахунок Державного бюджету – 26119,13 млн. грн., що становить 13,8 %, інших джерел 162934,86 млн. грн., що становить 86,2 %. Виконання заходів Програми розвитку МСБ до 2030 р. було передбачено у три етапи: перший етап становить 6,6 % від загального обсягу фінансування, другий – 34,3 %, третій – 59,1 % (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Обсяги фінансування заходів, передбачених Загальнодержавною програмою розвитку МСБ України на період до 2030 р. [14]

Показники		Усього	Державний бюджет	Інші джерела фінансування
Всього по Програмі (2011–2030 рр.)		189053,99	26119,13	162934,9
Питома вага %		100	13,8	86,2
За етапами	1 етап (2011–2012 рр.)	12420,12	1730,42	10689,7
	Питома вага %	100,0	13,9	86,1
	2 етап (2013–2020 рр.)	64834,66	8952,04	55882,62
	Питома вага %	100,0	13,8	86,2
	3 етап (2021–2030 рр.)	111799,21	15436,67	96362,54
	Питома вага %	100,0	13,8	86,2

Перший етап Програми розвитку МСБ до 2030 р. передбачав видатки з Державного бюджету в обсязі 1,7 млрд. грн., паспортами бюджетних програм (КПКВ 2404020) встановлювалися видатки в обсязі 1,5 млрд. грн., а фактичні видатки становили лише 1,1 млрд. грн., що на 0,6 млрд. грн. менше від встановленого законодавчо обсягу. Тобто державне фінансування заходів у рамках першого етапу Програми до 2030 р. було забезпечено на 66,1 % (табл. 1.2).

Враховуючи показники фінансування у період з 2013–2018 рр. бюджетною програмою КПКВ 2404020 "Розвиток мінерально-сировинної бази" враховано видатки в обсязі 660,52 млн. грн., фактично профінансовано 547,75 млн. грн., що становить 6,1 % від заявленого фінансування Програмою розвитку МСБ до 2030 р.

Таблиця 1.2.

Стан фінансування першого етапу Загальнодержавної програми розвитку МСБ до 2030 р. за рахунок коштів Державного бюджету [14]

Напрями фінансування Програми МСБ до 2030 р.	1 етап, млн. грн.	Планові обсяги фінансування, млн. грн.	Фактичні обсяги фінансування, млн. грн.	Виконання Програми МСБ до 2030 р., %
Паливно-енергетичні ресурси	1091,8	1221,1	884,7	81,0
Металічні корисні копалини	128,5	42,8	43,1	33,5
Неметалічні корисні копалини	40,2	18,4	18,1	45,0
Геологічні та еколого-геологічні дослідження території України з метою нарощування МСБ	325,2	165,8	149,9	46,1
Інші дослідження території України	144,7	51,9	47,9	33,1
Всього	1730,4	1500	1143,7	66,1

При формуванні додатка 2 до Програми розвитку МСБ до 2030 р. було допущено ряд технічних помилок і некоректних даних у частині прогнозного обсягу фінансових ресурсів для виконання завдань Програми, а саме:

- усього прогнозований обсяг фінансування ресурсів для виконання повного комплексу завдань та заходів фінансування за Програмою було відображено із заниженням на 29,75 млн. грн., у тому числі за рахунок державного бюджету на 29,74 млн. грн., інших джерел на 0,01 млн. грн.;
- за першим розділом загальний обсяг фінансування заходів у частині паливно-енергетичних ресурсів завищено на 7,0 млн. грн. від передбаченого етапами; обсяг фінансування заходів з

нарощування МСБ нафти, газу, конденсату відображено на 10,0 млн. грн. більше, ніж заплановано по етапах, а фінансування заходів у частині приросту запасів і ресурсів газу відображено на 20,0 млн. грн. менше, ніж заплановано по етапах;

- за четвертим розділом загальний обсяг фінансування заходів з геологічних та еколого-геологічних досліджень території України з метою нарощування МСБ відображено на 247,86 млн. грн. менше, ніж передбачено етапами, фінансування робіт з буріння свердловин завищено на 9 млн. грн.

Узагальнюючи пояснення, зазначені у Звітах Міністерства екології та природних ресурсів України про результати виконання Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р., можна зробити висновок, що недовиконання показників програми розвитку МСБ до 2030 р. пов'язано виключно з недостатнім фінансуванням, оскільки асигнування, передбачені у загальному фонді Державного бюджету України на розвиток МСБ, не відповідають обсягам законодавчо закріпленим у Програмі.

Таким чином, державне фінансування геологічного вивчення надр в Україні відбувається в рамках затверджених Загальнодержавних програм розвитку МСБ на період до 2010 р. та 2030 р. шляхом встановлення відповідних асигнувань Законом України "Про Державний бюджет" на відповідний рік та паспортом бюджетної програми КПКВ 2404020 "Розвиток мінерально-сировинної бази". Проведений аналіз фінансування Програм розвитку МСБ до 2010 р. та 2030 р. дає змогу зробити висновок про часткове невиконання даної програми як у частині фінансування, так і в частині виконання завдань. З аналізу наведеного в статті матеріалу випливає висновок, що з 2012–2013 рр. йде цілеспрямоване руйнування геологічної галузі України [14].

Враховуючи особливості бюджетного процесу в частині застосування програмно-цільового методу фінансування бюджетних програм, інструментом яких виступають паспорти бюджетних програм, фінансування геологічної галузі повинно бути забезпечено встановленням безпосереднього зв'язку між виділенням бюджетних коштів та результатами їх використання. Так, на даний час Загальнодержавна програма розвитку МСБ некоректно відображена у паспортах бюджетних програм, які безпосередньо показують фактичний рівень її виконання та ефективність використання

виділених коштів, що унеможливило проведення якісної оцінки та надання відповідних рекомендацій.

Слід зауважити, що проаналізувати виконання Програм розвитку МСБ до 2010 р. та 2030 р. у частині їх недержавного фінансування практично неможливо, оскільки не існує уніфікованої щорічної звітності підприємств реального сектору економіки щодо такого фінансування. Існування такої уніфікованої звітності дало би змогу активізувати II та III стадії геологорозвідувальних робіт, що виконуються за кошти бізнесу, шляхом застосування непрямих методів державної підтримки: податкові пільги, канікули, зменшення вартості дозвільних документів.

Враховуючи світовий досвід, необхідною є реструктуризація системи планування та фінансування геологічного вивчення надр із перенесенням акценту від прямого державного фінансування до непрямих методів, що спонукатимуть видобувний бізнес до відтворення МСБ на регіональному і державному рівні.

Ризики фінансування геологорозвідувальних робіт. Загальнодержавна програма розвитку МСБ до 2030 року прямо не відображає фінансування геологорозвідувальних робіт за стадіями. Але внаслідок вибірки, систематизованої в табл. 1.3, можна стверджувати, що державним коштом забезпечено роботи 2 стадій – пошук і пошукову оцінку родовищ залізних руд та розвідку. Зокрема, державне фінансування робіт з пошуку та пошукової оцінки родовищ залізних руд (II стадія ГРР) передбачає 167,2 млн грн, що становить 80,0 % фінансування ГРР на цю групу корисних копалин, фінансування робіт з розвідки родовищ корисних копалин (III стадія ГРР) становить 41,8 млн грн або 20,0 % відповідно (табл. 1.4).

Таблиця 1.3.

Державне фінансування ГРР в Україні в рамках виконання Програми розвитку МСБ до 2030 року – стадійний аспект [9]

Стадії	Обсяг витрат за етапами, млн грн			Усього по Програмі 2011–2030	Питома вага, %
	1 етап 2011-2012	2 етап 2013-2020	3 етап 2021-2030		
1 стадія ГРР	173,46	887,23	1530,24	2591,23	9,91
2 стадія ГРР	1184,62	5871,97	10125,49	17182,08	65,71
3 стадія ГРР	278,94	1503,44	2583,7	4366,08	16,70
Поза стадійні роботи	132,12	689,1	1188,26	2009,48	7,68
Всього	1769,14	8952,04	15427,69	26148,87	100,00

Таблиця 1.4.

Державне фінансування ГРР на групу залізних руд в Україні в межах виконання Програми розвитку МСБ до 2030 року – стадійний аспект [9]

Обсяг фінансування заходів на розвиток МСБ залізних руд (зокрема природно багатих) коштом державного бюджету України, млн грн				
Стадії	1 етап	2 етап	3 етап	Усього за Програмою
1 стадія ГРР	-	-	-	-
2 стадія ГРР	11,3	57,22	98,68	167,2
3 стадія ГРР	2,82	14,31	24,67	41,8
Усього	14,12	71,53	123,35	209,0
Обсяг умовних одиниць приросту запасів залізних руд (зокрема природно багатих) коштом державного бюджету України, од. у. п.				
1 стадія ГРР	-	-	-	-
2 стадія ГРР	740	2560	3430	6730,0
3 стадія ГРР	100	240	350	690,0
Усього	840	2800	3780	7420,0
Середні витрати на 1 од. у. п. залізних руд (зокрема природно багатих) коштом державного бюджету України, тис. грн				
1 стадія ГРР	-	-	-	-
2 стадія ГРР	15,3	22,4	28,8	24,8
3 стадія ГРР	28,2	59,6	70,5	60,6
Усього	16,8	25,5	32,6	28,2

Пошук та пошуково-оцінювальні роботи як II стадія ГРР покликані забезпечити 90,7 % приросту залізних руд; розвідка як III стадія ГРР покликана забезпечити 9,3 % приросту. Зазначимо, що III стадія ГРР на залізні руди коштує державі в 2,4 раза дорожче, ніж II стадія, а середні витрати на 1 од. у. п. становлять 24,8 тис. грн та 60,6 тис. грн відповідно.

Для виявлення оптимального розподілу фінансування ГРР за стадіями проведено зіставлення показників фінансування за Програмою до 2030 року з розподілом основних геологічних ризиків і загальних ризиків гірничого бізнесу (рис. 1 додатків).

Водночас під геологічним ризиком розуміємо вірогідність непідтвердження кількості та якості запасів і ресурсів корисних копалин. Під ризиком гірничого бізнесу розуміємо ймовірність некупності інвестицій у ГРР та втілення геологічних і гірничих проектів.

На I стадії ГРР досить високі геологічні ризики супроводжуються помірними ризиками гірничого бізнесу (неокупності капіталовкладень) і невеликими питомими витратами для отримання геологічної інформації, до того ж у межах Програми розвитку МСБ до 2030 року на цих роботах зосереджено 9,91 % від загального обсягу державного фінансування. II стадія ГРР супроводжується вищим за середній показником геологічного ризику, високим ризиком гірничого бізнесу (неокупності капіталовкладень) і великими витратами, на цих роботах зосереджено 65,71 % державного фінансування. Найнижчі геологічні ризики та ризики гірничого бізнесу (неокупності) притаманні III стадії ГРР, яка є найбільш капіталомісткою і на фінансуванні якої зосереджено 16,7 % державних коштів. Цей аналіз дає змогу зробити висновок, що державним коштом забезпечено найризикованішу стадію ГРР в умовах недостатнього обсягу державного фінансування, що внаслідок може призвести до неотримання очікуваного якісного геологічного продукту та неефективного використання державних коштів.

Загалом Програмою до 2030 року державне фінансування ГРР на паливно-енергетичні ресурси заплановане в сумі 16397,23 млн грн, зокрема на пошук та пошукову оцінку передбачено 14646,15 млн грн або 89,3 %; на розвідку – 1751,08 млн грн або 10,7%; на металічні корисні копалини – 1940,45 млн грн, зокрема на роботи з пошуку та пошукової оцінки – 1334,32 млн грн або 68,8 %, на розвідку – 606,03 млн грн або 31,2 %; на неметалічні корисні копалини – 606,11 млн грн, зокрема на пошуки та пошукову оцінку – 391,22 млн грн або 64,5 %, на розвідку – 214,89 млн грн або 35,5 %. Тобто державна політика з розвитку МСБ у межах постадійного фінансування ГРР на різні групи корисних копалин (паливно-енергетичні ресурси, металічні і неметалічні ресурси) має стійку тенденцію до віддання переваги у фінансуванні II стадії робіт, попри досить високий рівень ризиків, пов'язаних із цією стадією ГРР (рис. 2-4 додатків).

Зіставлення геологічних ризиків, ризиків гірничого бізнесу та питомої ваги фінансування ГРР на залізні руди в межах Програми розвитку МСБ до 2030 року дає змогу стверджувати, що з досить високим рівнем геологічних ризиків у 50 % та ризиків гірничого бізнесу в 70 % фокус державного фінансування на залізні руди досягає критичного значення у 80 % проти аналогічного показника за всією програмою в 65,7 %. Рівень фінансування III стадії ГРР на залізні руди становить 20 % від загального обсягу за досить низького

рівня геологічних ризиків у 10 % і так само ризиків гірничого бізнесу в 10 % відповідно.

На сьогодні право на видобуток залізних руд, відповідно до чинних спеціальних дозволів, мають тільки недержавні підприємства. Держава, забезпечуючи інституційне і фінансове супроводження II та III стадії ГРР на групу залізних руд, які є досить дорогими й ризикованими за змістом та отриманням “геологічного продукту”, не стимулює, а непрямо блокує активність недержавних інституцій щодо фінансування та проведення таких робіт. Унаслідок це може призвести через 10–20 років до погашення запасів без приросту.

На жаль, попри потужний науковий потенціал і високий професійний рівень виконання завдань, державним геологічним підприємствам украї важко конкурувати з підприємствами недержавної форми власності в частині проведення II та III стадій ГРР. Цей факт спричинений браком базового фінансування державних геологічних підприємств для оновлення наявного матеріально-технічного устаткування, їхнє фінансування відбувається згідно із затвердженими пооб’єктними планами в межах державного замовлення щодо розвитку МСБ.

Зростання світових цін на залізні руди в перспективі може зумовити потребу збільшення проектної продуктивності добувних підприємств і відповідно обсягів видобування вже розвіданих запасів для задоволення експортних потреб, що також зумовить скорочення терміну забезпеченості запасами цієї групи корисних копалин і потребу проведення ГРР для їхнього приросту. Відповідно до показників погашення та приросту запасів залізних руд потрібно вживати заходів щодо активізації ГРР завдяки недержавному фінансуванню з огляду на виснаженість запасів певних родовищ, щоб запобігти критичній ситуації. Під час ухвалення рішень щодо джерел та обсягів фінансування розвитку МСБ відповідної групи родовищ треба зважати на стадійність, рівень геологічних і гірничих ризиків. На сьогодні в межах чинної Програми розвитку МСБ до 2030 року 80% фінансування залізних руд зосереджено на II стадії ГРР з досить високим рівнем геологічного ризику в 50 % та ризику гірничого бізнесу в 70 %. Такий підхід не стимулює представників бізнесових кіл інвестувати кошти в розвиток МСБ залізних руд.

Регіональний аспект. Регіональні програми розвитку мають визначати як об’єкти МСБ, так і мінерально-ресурсного потенціалу конкретної території. Водночас мінерально-сировинна база – це сукупність розвіданих і попередньо оцінених запасів корисних

копалин і супутніх компонентів, що може бути застосована в галузях економіки за умови отримання економічного зиску на рівні, достатньому для провадження розширеного виробництва для забезпечення економічної безпеки держави. Мінерально-сировинний потенціал – сукупність уміщених у надрах держави чи регіону розвіданих і попередньо оцінених запасів і перспективних ресурсів корисних копалин, які становлять економічний інтерес у перспективі.

Докладний аналіз розроблених і опублікованих програм обласного та районного рівнів [93-96, та ін] засвідчив, що головними проблемними питаннями розвитку місцевої мінерально-сировинної бази є такі:

- відсутність геологічної інформації щодо родовищ корисних копалин і особливо проявів з недостатнім ступенем геологічного вивчення, що не дає змоги оцінити потенціал району;
- відсутність регіональних кадастрів корисних копалин і балансів запасів з обов'язковим переліком стратегічних і дефіцитних для району видів корисних копалин;
- зволікання відповідних служб з наданням потрібних дозвільних документів (ліцензій, земельних і гірничих відводів);
- розпаювання земельних ділянок, де залягають чималі запаси корисних копалин;
- брак або обмежене фінансування пошуків і розвідки нових родовищ.

Для розв'язання проблем збалансованого розвитку регіональних МСБ потрібно спочатку встановити загальні закономірності їхнього функціонування, особливості сировинної структури МСБ окремих регіонів нашої держави.

У праці [32] визначено, що структура МСБ промислових регіонів України за ступенем геологічного вивчення та підготовленості родовищ до промислового освоєння сприятлива загалом і для забезпечення потреб промисловості щодо базових видів мінеральної сировини на віддалену перспективу зокрема. Проте загальновідомим є дефіцит таких видів корисних копалин, як природний газ, нафта, благородні, рідкісні та кольорові метали, алмази, ванадій, вольфрам, молібден, літій, барит, апатити, фосфорити тощо. Це характеристика вітчизняної МСБ у державному масштабі, але є диспропорції в структурі МСБ і дефіцити окремих видів корисних копалин на регіональному й місцевому рівнях. Аналіз регіонального масштабу надання спеціальних дозволів на користування надрами (з визначенням корисної копалини) засвідчив неоднорідність в активності робіт з користування надрами в Україні. Усього станом на

27.09.2018 року в Україні є чинними 3 115 таких дозволів, але їхня кількість в окремих адміністративно-територіальних одиницях коливається від 2 до 313 [128]. З огляду на норми чинного законодавства щодо припинення права користування надрами, наявність чинного дозволу на користування надрами зобов'язує надкористувача здійснювати обсяг та перелік робіт, визначений дозволом [47]. Відповідно до даних пошукової системи ДНВП “Геоінформ України” адміністративно-територіальні одиниці України за активністю виконання робіт з користування надрами можна поділити на такі групи: група регіонів з достатньо високою активністю виконання робіт з надкористування (150–300 спеціальних дозволів), група регіонів із середньою активністю (100–149 спеціальних дозволів), група регіонів з помірною активністю (99–50 спеціальних дозволів), група регіонів з низькою активністю (49–1 спеціальний дозвіл):

- 1 група (150–300 дозволів) (Луганська, Львівська, Донецька, Полтавська, Житомирська, Харківська області)
- 2 група (100–149 дозволів) (Івано-Франківська, Закарпатська, АР Крим, Вінницька, Хмельницька, Тернопільська, Рівненська, Дніпропетровська, Київська області)
- 3 група (50–99 дозволів) (Сумська, Чернівецька, Кіровоградська, Запорізька, Черкаська, Херсонська, Волинська, Чернігівська області)
- 4 група (49–1 дозвіл) (Миколаївська, Одеська області, м. Київ, шельф Чорного моря, шельф Азовського моря, м. Севастополь).

Відповідно до аналізу статистичної інформації та інформації з опублікованих і довідкових джерел (дані ДНВП “Геоінформ України” та ін. [130, 131]) визначено такі показники регіонального масштабу, які характеризують структуру МСБ окремих областей:

- загальна кількість обліковуваних родовищ разом з окремими об'єктами обліку;
- кількість родовищ, які залучено в експлуатацію;
- кількість родовищ за видами корисних копалин разом з експлуатованими;
- розвідані запаси промислових категорій за видами корисних копалин ($A+B+C_1$ та C_2 за умов складної геологічної будови);
- кількість видів корисних копалин, обліковуваних у регіоні;
- обсяги видобутку за окремими видами корисних копалин.

Унаслідок розраховано такі показники, як частка сировинної бази окремих видів корисних копалин у загальних показниках МСБ

регіону; частка залучених у промислове освоєння об'єктів; частка видобутку регіону в загальних показниках видобутку по Україні тощо.

За ступенем промислового освоєння наявних розвіданих запасів корисних копалин серед областей вирізняється група з показниками нижче від середнього рівня (частка залучених у промислове освоєння об'єктів становить 20–30 %); група із середніми показниками (30–40 %) і група з масштабним залученням розвіданих запасів у розробку з показником понад 40 %. Відповідно до груп належність регіонів є такою:

1 група (20–30 %): Вінницька, Волинська, Кіровоградська, Миколаївська, Рівненська області;

2 група (30–40 %): Запорізька, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Одеська, Тернопільська, Херсонська, Харківська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька області;

3 група (понад 40 %): АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Закарпатська, Полтавська, Житомирська, Сумська, Чернігівська області.

За кількістю обліковуваних видів корисних копалин (за розвіданими запасами) виділяють групу з обмеженою кількістю (10–20 видів); групу із середніми показниками (20–30 %) та групу областей з набагато більшим різноманіттям корисних копалин (понад 30 %).

Відповідно до груп належність регіонів є такою:

1 група (10–20 видів): Вінницька, Волинська, Київська, Рівненська, Тернопільська, Херсонська, Черкаська, Чернігівська, Чернівецька області;

2 група (20–30 %): Закарпатська, Запорізька, Івано-Франківська, Сумська, Хмельницька області;

3 група (понад 30 %): АР Крим, Дніпропетровська, Донецька, Закарпатська, Полтавська, Житомирська, Кіровоградська, Одеська, Харківська області.

Крім наведених вище класифікацій, для структури МСБ має велике значення, чим забезпечуються показники кількості запасів та залучення в промислове освоєння родовищ.

Проведений аналіз структури МСБ областей засвідчив, що можна виділити такі групи областей з переважанням певних груп корисних копалин:

1 група – регіони з переважанням корисних копалини паливно-енергетичного комплексу;

2 група – регіони з переважанням корисних копалини для виробництва будівельних матеріалів;

3 група – з рівномірним розподілом окремих груп корисних копалин.

Для докладнішої характеристики чітко визначено не тільки типові групи, але й підгрупи з розподілом, який наведено в таблиці. За результатами аналізу довідкових даних [128] зафіксовано істотні відмінності в структурі мінерально-сировинної бази окремих областей. Кількість родовищ корисних копалин та об'єктів обліку змінюється у великих межах – від 99 в Херсонській до 689 в Донецькій областях; експлуатованих родовищ – від 34 в Херсонській до 291 у Житомирській і Донецькій областях. Середні значення цих показників по Україні становлять 348 родовищ та ділянок надр, обліковуваних балансом, та 130 експлуатованих об'єктів. Середній показник залучених у промислове освоєння об'єктів за областями – 37%.

Такі характеристики, як структура розвіданих запасів за видами корисних копалин та величина і якість запасів зумовлені насамперед геологічними передумовами розвитку території, але такі характеристики МСБ, як ступінь залучення в експлуатацію, темпи відтворення МСБ за головними напрямими залежать і від систем господарювання, які функціонують у відповідних регіонах.

Відповідно до виявлених недоліків у структурі регіональних МСБ можна визначити головні напрями їхньої оптимізації для досягнення збалансованих показників освоєння:

- створення бази обліку та зберігання геологічної інформації регіонального рівня, яка забезпечить вирішення оперативних завдань місцевого рівня;
- визначення темпів видобутку й використання окремих видів корисних копалин, їхніх втрат, терміну забезпеченості розвіданими запасами;
- визначення пріоритетних напрямів розвитку місцевих мінерально-сировинних комплексів, які передусім стосуються таких складників.

Для першої групи регіонів з переважанням корисних копалин паливно-енергетичного комплексу:

- забезпечення бази мінеральної сировини для виробництва будівельних матеріалів;
- забезпечення бази мінеральної сировини для сільського господарства;

– забезпечення районів питною підземною водою.

Для другої групи регіонів з переважанням корисних копалин для виробництва будівельних матеріалів:

- забезпечення геологічного вивчення та промислової оцінки родовищ корисних копалин, які є дефіцитними для цього району (паливно-енергетичних, рудних і нерудних);
- визначення способів забезпечення потреб за допомогою родовищ інших районів і областей з обґрунтуванням конкретних родовищ і об'єктів обліку.

Для третьої групи регіонів з рівномірним розподілом окремих груп корисних копалин:

- забезпечення геологічного вивчення та промислової оцінки родовищ корисних копалин стратегічного значення;
- геолого-екологічний моніторинг територій з утиленням потрібних заходів екологічної рекультивациі відпрацьованих об'єктів.

Фінансування вищевказаних заходів має відбуватися в межах затверджених регіональних програм розвитку МСБ з джерел, не заборонених законодавчо. На сьогодні такі джерела законодавчо не визначено, а тому й постає питання щодо їхнього походження та обсягу асигнувань. Вирішити вищевказане питання можливо коштом рентної плати за користування надрами та збору за надання спеціальних дозволів на користування надрами, що наповнюють дохідну частину державного й місцевих бюджетів.

Відповідно до бюджетного законодавства рентну плату за низкою ознак розподіляють між державним і місцевими бюджетами у відсотковому співвідношенні, схематично такий розподіл зображено на рисунку 1.4.

Збір за надання спеціальних дозволів на користування надрами зараховують тільки до державного бюджету. Наприклад, частка рентної плати за користування надрами в державному бюджеті 2015 року становила 7,34 % або 36 989,0 млн грн, 2016 року – 6,91 % або 39 699,1 млн грн, 2017 року – 6,28 % або 43 875,5 млн грн. Тоді як цей показник у доходах місцевих бюджетів 2015 року становив 0,37 % або 1 018,7 млн грн, 2016 року – 0,32 % або 1 081,7 млн грн, 2017 року – 0,59 % або 1 103,1 млн грн [35].

Певні спорадичні кроки в напрямку підвищення частки зарахувань рентної плати за користування надрами для видобування нафти, природного газу й газового конденсату до місцевих бюджетів уже було зроблено наприкінці 2016 року із затвердженням законодавчо,

що 5 % рентної плати за видобуток вуглеводнів скеровуватиметься до місцевих бюджетів [113].



Рис. 1.4. Розподіл рентної плати за користування надрами та збору за надання спеціальних дозволів на користування надрами між державним і місцевими бюджетами [10]

Потрібно зауважити, що якість адміністрування рентної плати за користування надрами в Україні є досить низькою за результатами аудиту ефективності справляння та дієвості контролю за надходженням рентної плати за користування надрами для видобування газу до державного бюджету, який 2017 року провела Рахункова палата України. Однією з основних проблем унаслідок проведеного аудиту було визначено відсутність належного контролю з боку Держгеонадр суб'єктів господарювання щодо ефективності використання наданих їм нафтогазоносних надр. Майже за кожним четвертим чинним спеціальним дозволом на користування ділянкою надр для видобування природного газу впродовж досліджуваного періоду видобуток не здійснювався [36]. Як наслідок – держава втрачає економічну вигоду від надання цим суб'єктам господарювання права користування ділянками надр. За вищевказаних обставин та в межах розпочатого процесу

децентралізації доцільно надати повноваження органам місцевого самоврядування щодо моніторингу таких процесів і подання ініціативи стосовно припинення дії спеціальних дозволів на користування надрами в межах відповідної адміністративно-територіальної одиниці.

Надходження від збору за надання спеціальних дозволів на користування надрами набагато менші, ніж рентна плата за користування надрами, та 2015 року становили 179,4 млн грн, 2016 року – 433,8 млн грн, 2017 року – 2019,5 млн грн [35]. З огляду на законодавчо визначену участь обласних органів влади в погодженні надання такого дозволу надкористувачеві, можна розглянути питання щодо зарахування частини такого збору до місцевих бюджетів як частині органу державної влади, що брав участь у наданні адміністративних послуг щодо погодження такого дозволу.

Таким чином, неоднорідність розподілу корисних копалин в Україні та різний ступінь їхнього вивчення за територіально-адміністративною ознакою зумовлюють потребу регіонального вивчення розвитку та відтворення вітчизняної МСБ. Дорожньою картою щодо таких дій мають стати регіональні програми розвитку МСБ, наявність яких закріплено законодавчо, але повноцінно не впроваджено. Відповідно до виявлених недоліків у структурі регіональних МСБ можна визначити головні напрями їхньої оптимізації для досягнення збалансованих показників освоєння: створення бази обліку та зберігання геологічної інформації регіонального рівня, яка забезпечить вирішення оперативних завдань місцевого рівня; визначення темпів видобутку й використання окремих видів корисних копалин, їхніх втрат, терміну забезпеченості розвіданими запасами; визначення пріоритетних напрямів розвитку місцевих мінерально-сировинних комплексів.

В умовах поглиблення децентралізації, зокрема об'єднання територіальних громад та надання їм частини владних повноважень з передбаченими фінансовими ресурсами, відповідальність за розроблення та виконання регіональних програм розвитку МСБ має зростати й регулюватися законодавчо. Програми розвитку мають бути науково та економічно обґрунтованими з чітко визначеною метою, містити завдання, стратегічну ціль, напрями використання коштів, показники якості, кількості та відповідну щорічну звітність щодо їхнього виконання й використання асигнувань на їхню реалізацію. Адже регіональний розвиток МСБ – це запорука загальнодержавного

розвитку МСБ на шляху до зміцнення ресурсної та національної безпеки України загалом.

1.3. Моніторинг у системі державного управління у сфері охорони довкілля, використання природних ресурсів і екологічної безпеки

Ядром системи екологічної безпеки є система державного управління, яка має забезпечувати задовільний стан довкілля у звичайному режимі та його ефективний моніторинг. Її метою, з одного боку, є попередження негативного впливу на довкілля господарської діяльності відомств, підприємств, окремих юридичних і фізичних осіб, а з другого – стеження за негативними тенденціями природних та техногенних змін довкілля середовища і розвитком екологічних ситуацій. Крім того, суттєвим у такій системі є відпрацьовані і закріплені на законодавчому рівні фінансово-економічні механізми концентрування коштів як для забезпечення її функціонування, так і на попередження (і це головне) виникнення надзвичайних ситуацій і катастроф та ліквідацію їх наслідків і екологічну реабілітацію територій.

Збалансована система державного управління у сфері екологічної безпеки повинна мати такі головні складові частини (рис. 1.5):

- регулювання природокористування і охорони довкілля, еколого-економічне нормування господарчої діяльності;
- контроль за використанням природних ресурсів та додержанням екологічних вимог, нормативів і стандартів;
- моніторинг стану довкілля та прогноз розвитку його негативних змін;
- прогнозування, попередження та упередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф;
- екологічна реабілітація ушкоджених територій.

Головним механізмом їх взаємозв'язку є економічний, через платежі за користування природними ресурсами, за їх імпорт і експорт (мити), штрафи, систему екологічного страхування, тощо, за рахунок яких формуються відповідні статті держбюджету, місцевих бюджетів, позабюджетні і страхові екологічні фонди для цільового спрямування коштів на заходи і програми щодо попередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф та реабілітації довкілля. Економічний механізм в сфері екологічної безпеки повинен стати однією з визначальних частин загальної системи. Він має формуватися на основі удосконалення існуючих важелів

економічного регулювання і стимулювання, за рахунок чого частка екологічних витрат у складі ВВП може бути істотно підвищена [71]. Необхідним елементом також має бути економічне стимулювання екологічно дружніх систем господарювання (використання «чистих» технологій та окремих технологічних процесів, невиснажливе використання природних ресурсів та ін.).

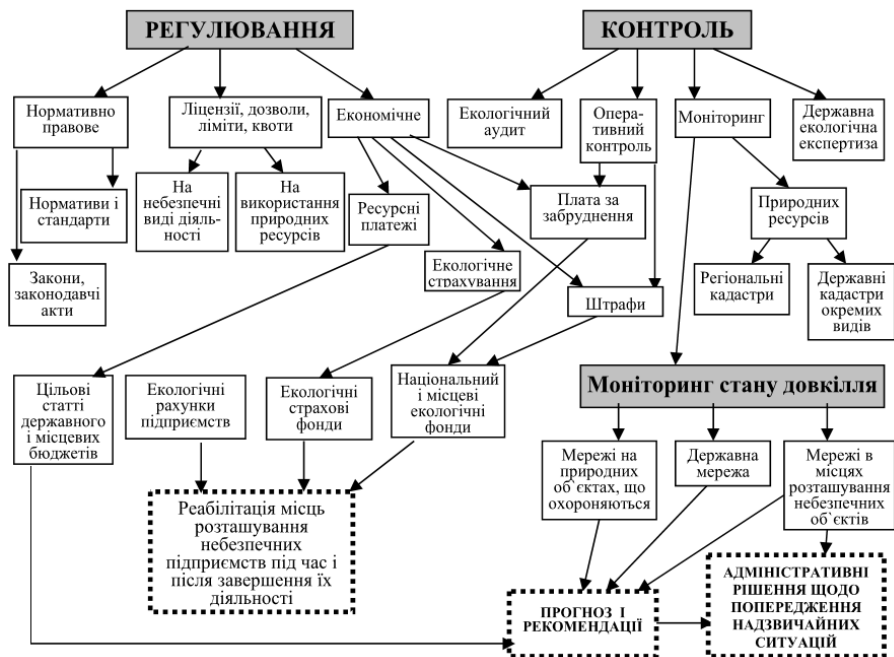


Рис. 1.5. Загальна схема організації системи екологічної безпеки [53]

Система державного управління у сфері екологічної безпеки останнім часом зазнає змін. Так, наприклад, державна екологічна експертиза, що до недавнього часу контролювала відповідність проектів, державних і галузевих програм вимогам екологічної безпеки, замінена на оцінку впливу на довкілля введений в дію 18 грудня 2017 р. Законом України «про оцінку впливу на довкілля», який впроваджує європейську модель процедури такої оцінки. Хоча, сам закон не є досконалим у багатьох положеннях [43].

Державне управління в галузі екологічної безпеки та охорони природних ресурсів забезпечується перш за все діяльністю Мінприроди України, створення якого було першим кроком адміністративної реформи в цій сфері державного управління. Реформу

доцільно продовжити шляхом передачі функцій державного управління в цій галузі до Мінприроди України з їх відокремленням від функцій управління господарською діяльністю з їх використанням.

Дуже важливим є чітке розмежування функцій Мінприроди та Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Перше має виконувати функції державного управління переважно при звичайному стані довкілля, а друга – в умовах розвитку надзвичайних ситуацій і катастроф. Разом ці структури мають діяти при критичному і післякатастрофічному стані довкілля. Приблизно таким чином здійснюється державне управління в сфері екологічної безпеки і на даний час, але чіткого розмежування функцій і координації діяльності їм не вистачає.

Певні функції державного регулювання повинні мати обласні і міські державні адміністрації, ради народних депутатів всіх рівнів та інші органи державного управління. Всі ці питання повинен врегульовувати Закон України «Про екологічну (природно-техногенну) безпеку».

Попередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф є ключовим елементом загальної системи державного управління в сфері екологічної безпеки. За звичайного стану довкілля це досягається шляхом виконання підприємствами, організаціями, юридичними чи фізичними особами своїх правових зобов'язань в рамках чинного законодавства. Деяка інша ситуація виникає в регіонах з кризовим і, особливо, критичним станом довкілля. Забезпечення екологічної безпеки у них ускладнюється тим, що зміна структури природокористування (закриття шахт та їх затоплення, скорочення зрошувальних площ, водокористування та ін.) викликає перебудову природно-техногенних систем шляхом розвитку процесів в навколишньому середовищі, що часто мають небезпечний рівень. Головним в таких умовах стає виконання програм різного рівня (національних, державних, регіональних) і окремих технічних проектів, поліпшення екологічного становища тієї чи іншої території, спрямованих на зниження ризику виникнення таких ситуацій і катастроф. Програми екологічної реабілітації повинні спиратися на постійно діючу в режимі реального часу прогнозну модель геологічного середовища на основі географічної інформаційної системи з налагодженими мережами моніторингу різних його складових (гідрогеологічного, інженерно-геологічного, сейсмічного, забруднення ґрунтів і поверхневих водоем, та інші). При створенні й функціонуванні такої моделі фінансові ресурси будуть розподілятися

більш раціонально на попередження і вирішення конкретних екологічних проблем, які можуть виникати у випадку реалізації розрахованих у такій моделі найбільших екологічних ризиків. Тому, створення структурних підрозділів, підпорядкованих Мінприроді або обласним державним адміністраціям, які б відповідали за ведення цих моделей у гірничодобувних районах з критичним станом довкілля, є вельми актуальним.

Якщо критичний стан довкілля і балансування на межі виникнення екологічних катастроф може продовжуватися тривалий час, то розвиток самих надзвичайних ситуацій і катастроф в більшості буває досить швидким з низьким рівнем керування. В такій ситуації необхідно посилити діяльність спеціальної служби моніторингу і прогнозу, яка має в оперативному режимі поставляти до штабів по боротьбі із надзвичайною екологічною ситуацією (катастрофою) дані про зміни стану довкілля, його складових і про розвиток екологічної ситуації для прийняття відповідних рішень.

Екологічна реабілітація територій в умовах звичайного стану довкілля повинна здійснюватися постійно у рамках правових зобов'язань підприємств і місцевих органів влади та шляхом виконання місцевих екологічних програм. Загальний порядок прийняття державних і галузевих регіональних програм екологічної реабілітації, надання коштів на їх здійснення та відповідальність державних органів повинні визначатись Законом України «Про екологічну реабілітацію територій».

Реабілітація територій в період, коли надзвичайні екологічні ситуації і катастрофи вже відбулися і були ліквідовані, має проводитись також шляхом виконання програм екологічної реабілітації певного рівня. В умовах післякатастрофічного стану навколишнього природного середовища повинні продовжувати свою діяльність служби моніторингу і прогнозу, які були розгорнуті ще у кризовий період, але з врахуванням характеру та екологічних наслідків надзвичайних ситуацій і катастроф, які відбулись.

У сучасний історичний період Україна знаходиться у дуже складному стані радикальної перебудови системи державного управління і національної безпеки перебуваючи в умовах війни. Після її закінчення актуальною буде організація системи моніторингу стану геологічного середовища Донбасу, що є необхідною умовою для проведення екологічної реабілітації його території [76].

1.4. Моніторинг мінеральних ресурсів

У цьому розділі ми повторюємо матеріал із однієї попередніх наших монографій [24] з деякими змінами і доповненнями.

Під моніторингом МСБ у сучасній літературі розуміють систему оперативного стеження, аналізу і прогнозу змін під впливом геолого-економічних та соціально-економічних чинників стану ресурсів і запасів мінеральної сировини, а також основних показників використання надр. Важливою ланкою у системі державного управління, що відповідає за нього є Державна комісія по запасах (ДКЗ) України, яка проводить державну експертизу матеріалів геолого-економічної оцінки (ГЕО) запасів родовищ корисних копалин, узагальнює практику застосування законодавства з питань, що входять до її компетенції, розробляє пропозиції щодо його вдосконалення [99, 100]. Головними її завданнями є встановлення кондицій на мінеральну сировину для обчислення запасів корисних копалин у надрах та прийняття рішень щодо кількості, якості та ступеня вивченості запасів розвіданих родовищ корисних копалин і стану підготовленості їх до промислового освоєння.

Власне для вдосконалення моніторингу МСБ необхідним є обґрунтування переліку показників, які треба відстежувати на всіх рівнях функціонування об'єкта. Показники геолого-економічного моніторингу мають забезпечувати досягнення цілей, для яких він проводиться (рис. 1.6).

Можна виділити завдання загальнодержавного значення, які стосуються формування державної політики у сфері регулювання процесами раціонального використання надр, зокрема використання нормативно-правових та економічних механізмів регулювання, починаючи із визначення стратегічних видів корисних копалин, першочергових завдань для геологорозвідувальних робіт і закінчуючи визначенням платежів і податків, наданням квот і ліцензій, оцінкою збитків під час освоєння мінеральних ресурсів та ефективності природоохоронних заходів.

Іншого роду функції проведення геолого-економічного моніторингу пов'язані із потребами визначення поточної вартості надрокористування – рудопроявів, родовищ корисних копалин та їх ділянок відповідно до змін кон'юнктури ринку мінеральної сировини. Таким чином, метою проведення геолого-економічного моніторингу є забезпечення процесу прийняття управлінських рішень на різних адміністративних рівнях, з одного боку, і створення інформаційної

бази для проведення економічної оцінки природних ресурсів, з іншого, причому ці складові є взаємопов'язаними частинами одного процесу.



Рис. 1.6. Завдання геолого-економічного моніторингу та блоки показників моніторингової системи [24].

Слід відзначити особливу роль ГЕО об'єктів надрокористування. Ця складова являє собою джерело інформації для спостереження за МСБ, надає відомості, зокрема, про ступінь геологічного та техніко-економічного вивчення, промислового освоєння надр, стану запасів і ресурсів корисних копалин за основними та супутніми компонентами. При цьому, для ґрунтового проведення економічної оцінки родовищ і рудопроявів тощо безпосередньо використовують інформаційну базу моніторингу. Інакше кажучи, своєчасне спостереження, аналіз і прогноз розвитку МСБ та певних економічних процесів забезпечують високий рівень якості геолого-економічної оцінки надр.

Показники освоєння родовищ корисних копалин. Необхідність спостереження за конкретними показниками функціонування МСБ значною мірою визначається потребами, що виникають в процесі проведення геолого-економічної оцінки об'єктів надрокористування.

За затвердженою Класифікацією запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, геолого-економічна оцінка для об'єктів геологорозвідувальних робіт – це «періодичний аналіз результатів геологічного та техніко-економічного вивчення нагромаджень корисних копалин з метою їх промислового значення на основі визначення із зростаючою детальністю технологічної схеми видобутку і переробки мінеральної сировини, техніко-економічних показників виробничого процесу та фінансових результатів реалізації товарної продукції гірничого виробництва» [45].

- 1) бортовий вміст;
- 2) геологічні запаси руди;
- 3) геологічні запаси корисних компонентів;
- 4) середній вміст у геологічних запасах;
- 5) втрати видобування;
- 6) показник розубожування під час видобування;
- 7) промислові запаси руди;
- 8) промислові запаси корисних компонентів;
- 9) середній вміст у промислових запасах;
- 10) річна виробнича потужність підприємства, за об'ємами гірської маси та руди;
- 11) показники збагачення мінеральної сировини;
- 12) вилучення корисних компонентів в концентрат;
- 13) вихід концентрату;
- 14) вміст корисних компонентів у концентраті;
- 15) річне виробництво та обсяг реалізації готової продукції;
- 16) капіталовкладення в промислове будівництво:
 - інвестиції в рудник,
 - інвестиції в фабрику,
 - інвестиції в допоміжні об'єкти (транспортні, енергетичні, тощо);
- 17) капіталовкладення в житлове і побутове будівництво;
- 18) експлуатаційні витрати на 1 т руди:
 - на видобуток,
 - на збагачення;
- 19) річні експлуатаційні витрати;
- 20) ціна 1 т товарної продукції;
- 21) річний та валовий дохід від реалізації;
- 22) амортизаційні відрахування;
- 23) податки, платежі, відрахування;
- 24) річний прибуток;
- 25) чиста поточна вартість;
- 26) строк окупності інвестицій;
- 27) показник рентабельності інвестицій;
- 28) внутрішня норма прибутку;
- 29) рентабельність.

Цей процес містить оцінку геологічних особливостей родовища, цінності корисної копалини і можливого економічного ефекту від використання видобутої мінеральної сировини. Геологічна частина оцінки ґрунтується на результатах геологорозвідувальних робіт, які узагальнюють під час підрахунків запасів. Економічні показники визначають можливий економічний ефект від використання запасів. Нижче наведено основні показники, що використовують у сучасній практиці оцінки родовищ корисних копалин:

Оцінні показники можна поділити на кілька груп, що характеризують ті чи інші ознаки родовища. Показники геологічного блока (1–9, 12–14) визначають кількісну та якісну характеристики родовища, технологічні особливості руд – запаси, вміст корисних та шкідливих компонентів, коефіцієнти розкриття, розубожування, вилучення в концентрат. Показники економічного блока характеризують промислове використання запасів родовища та пов'язані з цим витрати – експлуатаційні та капіталовкладення (10, 11, 19–22), доход та чистий прибуток гірничого підприємства (21–25); економічну ефективність освоєння родовища: поточну вартість, ефективність капіталовкладень у певне підприємство, рентабельність, норма прибутку тощо.

Врахування блока *економічних показників* експлуатації родовищ забезпечує встановлення цінності родовищ, яке ґрунтується на визначенні різниці між вартістю видобутої продукції та сумарними витратами на її отримання та реалізацію. Відповідно до «Методики визначення вартості запасів і ресурсів корисних копалин родовища або ділянки надр, що надаються у користування» вартість ресурсів визначають з урахуванням експлуатаційних витрат, капітальних вкладень і доходів, при цьому вартість ресурсів розраховують як суму доходів, одержаних за весь розрахунковий період. Можливі доходи від освоєння родовища є досить чітким орієнтиром для оцінки об'єкта на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт, навіть на початкових, коли визначення витратних частин прямими розрахунками є майже неможливим.

Із економічних показників слід відзначити необхідність спостереження за інформацією щодо виробничих потужностей об'єктів надрокористування. Такі дані досить важливі у разі попередньої оцінки родовищ, коли проведення повноцінного вартісного аналізу грошових потоків неможливе через недостатню кількість даних. Із застосуванням емпіричних правил та методів порівняльного підходу можливо визначити прогнозні показники

виробничих потужностей, від яких залежить і обсяг випущеної продукції. Зокрема, такі показники відстежуються у виданнях Геологічної служби США [minerals.usgs.gov]. Хоча існує думка, що ця інформація дає уяву про потенційні промислові потужності підприємства, а не про реальні обсяги виробництва, треба зауважити, що для цього визначають окремі показники обсягів виробництва мінеральної сировини. А показник виробничої потужності видобувних підприємств більше слугує для проведення економічної оцінки об'єктів.

Геологічні та гірничотехнічні характеристики родовищ, які не мають кількісного відображення у вибраних показниках, як правило, відбиваються у відповідних економічних характеристиках. Наприклад, складність геологічної будови об'єкта, гідрогеологічних умов визначає розмір експлуатаційних витрат на видобуток корисних копалин; технологічний тип руд – розмір витрат на збагачення сировини.

Наведені показники визначають для об'єктів, ступінь геологічного та техніко-економічного вивчення яких дає змогу це зробити.

Для *перспективних площ та рудопроявів* корисних копалин досліджують можливі геологічні характеристики об'єкта, визначаючи їх геолого-промисловий тип. Наявність даних щодо такої класифікації дає можливість уточнювати перспективність проявів і територій. Для ресурсів корисних копалин рекомендовано такі показники: кількість прогнозних ресурсів, т; кількість перспективних ресурсів, т; площа перспективної ділянки, км²; розмір перспективної площі, км² (проведення робіт масштабу 1:200 000 - 1:100 000, 1:50 000 - 1:25 000, пошуково-оцінювальних робіт, розвідувальних робіт). За такими самими принципами треба визначати показники ефективності проведення ГРП. В першу чергу це стосується витрат на проведення вищезгаданих робіт, які встановлюють за видами корисних копалин та по окремих регіонах і районах.

Всі виявлені родовища та рудопрояви підлягають моніторингу відповідно до діючої Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр [45, 99]. Для об'єктів МСБ з кожного виду корисних копалин треба визначати такі показники: балансові запаси (категорій А+В+С₁); умовно балансові запаси (категорій С₂); запаси, промислове значення яких не встановлено; розвідані(доведені) запаси; попередньо розвідані (доведені)запаси; попередньо розвідані (ймовірні) запаси; перспективні ресурси; прогнозні ресурси.

До загальних даних можна віднести також інформацію про кількість родовищ корисних копалин і рудопроявів, ступінь їх геологічного вивчення й промислового освоєння, кількість і якість підтверджених запасів та прогнозних й перспективних ресурсів; для деяких видів корисних копалин об'єкти класифікують за геолого-промисловими типами та технологічними типами руд.

Із макроекономічних показників, які найчастіше відстежують у сучасних вітчизняних довідниках, є видобуток корисних копалин і виробництво конкретних видів сировини, їх споживання вітчизняними підприємствами, обсяги й вартість експортних та імпорتنних поставок, а також ціни на мінеральну сировину на різних регіональних ринках.

Основними економічними показниками, що характеризують сучасний стан і впливають на динаміку ринків мінеральної сировини, є ціна, співвідношення попиту і пропозиції сировини на внутрішньому, регіональному та міжнародному ринках, якісні і кількісні характеристики експортно-імпорتنних поставок.

Визначальним для розрахунків економічної оцінки об'єктів надрокористування є значення *ціни на мінеральну сировину*. Виходячи з ціни на мінеральну сировину виконують усі техніко-економічні розрахунки. Статистичне вивчення цін потребує розгорнутої системи показників. Вона має достатньо визначати відмінності ринкових цін: асортиментну, територіальну, часову, різних субринків. Відповідно до методики визначення вартості запасів і ресурсів корисних копалин родовища або ділянки надр, що надаються у користування, «визначення вартості ресурсів здійснюється на основі техніко-економічних розрахунків, що проводяться виходячи з прогнозованої *ціни* на першу товарну продукцію, одержану з основних, спільно залягаючих і супутніх корисних копалин та компонентів або продуктів їх переробки, що підлягають реалізації гірничо-переробним (гірничодобувним) підприємством».

Найпоширенішими термінами, які використовують у визначенні ціни на мінеральну сировину в експортно-імпорتنних операціях є FOB та CIF. Як правило, експортні ціни на мінеральну сировину вказують у термінах FOB, а імпорتنні – CIF. Термін FOB (free on board – безкоштовно до борту) означає, що виробник постачає свій товарний продукт, тобто концентрат, безкоштовно до оговореного місця, зазвичай до борту судна. Замість нього можуть використовувати залізничні вагони або вантажівки, і тоді застосовують інші скорочення (FOR – free on rail, або FOT – free on truck).

Стратегічним питанням, яке виникає під час економічної оцінки родовищ, є питання попиту на сировину певного родовища у майбутньому. В такому разі спочатку пропонують аналізувати історичний розвиток споживання.

Показники цього блока рекомендують спостерігати по видах продукції за такими формами: ціна на 1 т (іншу одиницю) товарної продукції (cif, fob); обсяг та вартість імпорту мінеральної сировини; обсяг та вартість експорту мінеральної сировини; обсяги та структура виробництва мінеральної сировини; обсяги та структура споживання мінеральної сировини.

Залежно від рівня проведення моніторинг (локальний (об'єктний), регіональний та державний) можна поділити на відповідні групи. Завданням моніторингу МСБ на локальному рівні переважно є проведення геолого-економічної оцінки. Тому до цієї групи показників належать показники освоєння родовищ корисних копалин (табл. 1.5).

Таблиця 1.5.

Показники	Одиниці виміру
Вміст корисних компонентів	%
Запаси корисних компонентів та руди	тис. т
Коефіцієнт розубожування	%
Коефіцієнт вилучення	%
Річна виробнича потужність підприємства	тис. т
Вилучення корисних компонентів в концентрат	%
Вихід концентрату	%
Вміст корисних компонентів у концентраті	%
Річне виробництво та обсяг реалізації готової продукції	тис. т
Капіталовкладення	тис. \$ / млн грн.
Експлуатаційні витрати (річні, на 1 т продукції)	тис. \$ / млн грн., \$ / т
Ціна 1 т товарної продукції	\$ / т
Річний та валовий дохід від реалізації	тис.\$ / млн грн.
Річний прибуток	тис.\$ / млн грн.
Чиста поточна вартість	тис.\$ / млн грн.
Строк окупності інвестицій	років
Показник рентабельності інвестицій	одиниці
Внутрішня норма прибутку	%

До групи показників моніторингу регіонального і національного рівнів належать загальні показники стану МСБ, макроекономічні показники та показники ринків мінеральної сировини (табл. 1.6).

Таблиця 1.6.

Показники	Одиниці виміру
Балансові запаси (категорій А+В+С ₁)	тис. т
Умовно балансові запаси (категорій С ₂)	тис. т
Запаси промислове значення яких не визначено	тис. т
Розвідані(доведені) запаси	тис. т
Попередньо розвідані (доведені)запаси	тис. т
Попередньо розвідані (ймовірні) запаси	тис. т
Перспективні ресурси	тис. т
Прогнозні ресурси	тис. т
Ціна за одну тону (ін. одиницю) товарної продукції (cif, fob)	\$ / т
Обсяг та вартість імпорту мінеральної сировини (по видам продукції)	тис. т, тис. \$ / млн грн.
Обсяг та вартість експорту мінеральної сировини (по видам продукції);	тис. т, тис. \$ / млн грн.
Обсяги та структура виробництва мінеральної сировини (по видам продукції)	тис. т
Обсяги та структура споживання мінеральної сировини (по видам продукції)	тис. т

Екологічний блок. На перший погляд будь-які екологічні показники, пов'язані з порушенням геологічного середовища під час видобутку і переробки корисних копалин, слід було б згрупувати за їх характером. Насправді, такі показники практично неможливо вивести на рівень державної статистики, оскільки це потребує організації та проведення спеціальних досліджень і постійних моніторингових робіт на території діяльності всіх гірничодобувних і переробних підприємств. Для цілей з'ясування масштабів і наслідків впливу на довкілля видобутку і переробки мінеральної сировини на певний момент часу значно простіше сконцентрувати зусилля на врахуванні реально існуючих негативних екологічних наслідків різних чинників такого впливу, що зводиться до відносно простих показників, які легко отримати та обчислити (типу площ вилучених земель, кількості

накопичених відходів, викидів у повітря, скидів у водне середовище, об'єму виробленого простору, площі забруднених чи ушкоджених територій тощо).

Екологічні показники, що характеризують діяльність гірничодобувних і переробних підприємств. Будь-яке підприємство (гірничодобувне чи переробне) визначається конкретними екологічними показниками впливу його діяльності на навколишнє середовище, більшість з яких легко вивести на рівень державної статистичної звітності. Такі показники можна згрупувати за наступними основними чинниками впливу.

Порушення породного масиву внаслідок ведення гірничих робіт: об'єм виробленого простору, зокрема із закладкою, м³; загальна площа просідань поверхні, км²; амплітуда просідань, м; площі підроблення річок, водосховищ, населених пунктів, км²; площа, уражена зсувами, км²; площа, уражена карстом, км².

Накопичення відходів гірничодобувного і збагачувального комплексу: загальна кількість накопичених відходів, зокрема токсичних, тис. т; кількість відходів, тис. т/рік; кількість використаних відходів, тис. т/рік; кількість накопичених відходів, тис. т/рік.

Вилучення земель: загальна кількість, зокрема сільськогосподарського призначення, км²; під промислові споруди (промислові майданчики, хвостосховища, пруди-відстійники тощо), км²; під розміщення відходів і некондиційних корисних копалин (складування вмісних і розкривних порід, некондиційних руд тощо), км².

Порушення гідрогеологічного режиму: площа депресійних воронок, км²; амплітуда воронок, м; площа підтоплених територій, км².

Забруднення ґрунтів, вод, повітря: площі земель, на яких перевищені ГДК по групах забруднювачів, км²; кількість скидів промислових (шахтних, пластових тощо) вод у водне середовище, м³; мінералізація вод, г/л; кількість викидів забруднювальних речовин у повітря та їх склад.

Наведено дуже приблизний перелік екологічних показників, пов'язаний з діяльністю підприємств МСК, які треба вивести на рівень державної статистики. Цей перелік потребує ретельного опрацювання для реального відображення впливу підприємства на довкілля, екологічних ризиків, що виникають на території його впливу, та економічних збитків. Останнє стосується не лише прямих збитків й тих, що виникають внаслідок не отримання прибутків від

використання території для іншої діяльності (наприклад, сільськогосподарської чи туризму).

Особливості моніторингу мінеральних ресурсів техногенних родовищ. Незаперечність положення про швидке вичерпання окремих видів природних мінеральних ресурсів і необхідність нових крупних капіталовкладень в освоєння нових родовищ ставлять питання про доцільність використання сировини техногенних родовищ [107]. Під техногенною мінеральною сировиною розуміються відвали покривних і вмисних порід відпрацьованих родовищ, а також хвостосховища гірничо-збагачувальних комбінатів, де концентрація компонентів основного видобутку, а також супутніх корисних компонентів менше ніж в промислових скупченнях, що розробляються. Проте, ці компоненти можуть бути вилучені з застосуванням новітніх технологій. Щорічно на земній поверхні нагромаджується техногенна маса, що містить: заліза 350 млн. т, фосфору - 7,4, міді - 5,7, свинцю - 2,8, барію -2,5 млн. т, урану - 230 тис. т, миш'яку - 190, ртуті - 7,9 тис. т.

Використовування сировини техногенних родовищ та утилізація відвалів покривних порід дозволяє скорочувати їх площі і тим самим економити ресурс геологічного простору, а вилучення корисних компонентів з хвостосховищ, окрім економічної вигоди, сприяє очищенню поверхневої частини літосфери від шкідливих для здоров'я біоти домішок; особливо це стосується важких металів і радіоактивних елементів.

За прогнозними оцінками, розробка техногенних родовищ дозволила б на 15-20% розширити сировинну базу гірничо-металургійної, вугільної і гірсько-хімічної галузей промисловості. Для виробництва різних будівельних матеріалів можлива утилізація до 30% вилучених з надр покривних і вмисних порід, а також відходів їх збагачення. Проте фактичне їх використання не перевищує 4%.

Як родовища техногенної сировини слід також розглядати полігони поховання радіоактивних відходів. При більш високому рівні розвитку технологій вони можуть служити джерелом для видобутку радіоактивних елементів.

З деяким наближенням як техногенні родовища можна розглядати полігони складування твердих побутових відходів з метою видобутку метану, свинцю, заліза, скла і інших компонентів. Особливо важливе значення при розробці техногенних родовищ набувають умови складування і тривалість зберігання сировини. Через сумісне складування різних за складом і властивостями порід і побутових

відходів, зміни в часі їх якості, гравітаційної диференціації і сегментації (особливо на хвостосховищах) і їх перемішування первинна якість матеріалу істотно змінюється та ускладнюються геолого-економічна оцінка запасів і технологія вилучення корисних компонентів.

Геолого-економічна оцінка техногенних накопичень твердої корисної сировини, які формують чітко окреслені у просторі техногенні форми рельєфу при сучасних технологіях аерокосмічних вимірювань з використанням ГС не має бути дуже складною. Проблемою залишається тільки оцінка вмісту корисного компоненту внаслідок зазвичай хаотичного їх нагромадження.

Важливою є проблема гідромінеральної сировини. З підземних шахтних вод можливо вилучати у промислових кількостях літій, бор, германій, інші хімічні елементи. Наприклад, підземні води південно-західного Донбасу (Красноармійський район) містять від 0,152 до 0,355 мг/л бром, що перевищують мінімальні промислові значення бром у 20-60 разів (вміст германію – у 5-8 разів, літій – у 2 рази). Необхідно вивчати розповсюдження корисних елементів і компонентів в шахтних водах і розробляти технології їх вилучення. М.В. Ревою у дисертаційному дослідженні [98] зроблена спроба геолого-економічної оцінки супутніх пластових вод нафтових і газових родовищ як цінної гідромінеральної сировини у Східному нафтогазовому регіоні України. Проаналізовані у роботі технології комплексного вилучення із таких вод бром, магній, літій, йод і бор мають високі економічні показники ефективності. Вартість вилученої продукції становить для бром – 900 грн/кг, йоду – 2000 грн/кг, літій – 370 грн/кг, магній – 10 грн/кг, бор – 27 грн/кг при собівартості видобутку близько 20%. Видобувним компанія це принесе постійне додаткове джерело та значно продовжить термін експлуатації діючих родовищ.

Усі супутні продукти видобутку і переробки корисних копалин потребують попередньої геолого-економічної оцінки як потенційні техногенні родовища, а також налагодженої системи їх моніторингу.

1.5. Сучасний стан екологічного моніторингу геологічного середовища в Україні

Еколого-геологічний моніторинг, або моніторинг геологічного середовища (ГС) – це система режимних спостережень, оцінки, прогнозу і розробки рекомендацій щодо оптимального управління ГС, або його частиною, з метою забезпечення оптимальних екологічних умов для людини і біоти [107]. Це система процедур, які групуються в цикли: спостережень (C_1), оцінки стану середовища за результатом спостережень (O_1), прогнозу змін середовища (P_1), розробки рекомендацій за результатами прогнозу щодо управлінських рішень (R_1). Далі ці рекомендації передаються для реалізації управління (U_1), у відповідні установи. Потім спостереження поповнюються новими даними з урахуванням наслідків управління і процедури повторюються на нових циклах – $C_2, O_2, P_2, R_2, U_2, C_3, O_3, P_3, R_3, U_3$.

Важливою умовою виконання моніторингу є система виробничих робіт. В її складі знаходяться всі види попередніх і проміжних зйомочних робіт територій, які підлягають моніторингу, системи спостережень свердловин, шурфів, реперів, лізиметрів, дослідних майданчиків тощо. Крім того у виробничу базу моніторингу входять будь-яке моделювання ГС, його елементів і природно-техногенних систем (натурне, імітаційне, математичне).

Відповідно до Методичних рекомендацій з проведення моніторингу в Україні та наукового супроводження надрокористування замовником моніторингу мусить виступати надрокористувач, а здійснювати означений вид діяльності можуть виключно спеціалізовані державні геологічні підприємства, акредитовані Держгеонадрами [73]:

- Казенне підприємство «Південний еколого-геологічний центр»;
- ПАТ «Національна акціонерна компанія «Надра України»;
- Державна комісія по запасам (ДКЗ);
- Державне геофізичне підприємство «Укргеофізика»;
- Український державний геологорозвідувальний інститут.

Спеціалізоване підприємство консультує відносно питань: послідовності виконання та вимог робіт у програмі їх виконання; використання отриманих відходів гірничодобувних та переробних підприємств; складання відповідної звітності, що буде зберігатися у ДНВП «Геоінформ». Також має місце щомісячне звітування до Держгеонадр про стан виконання зобов'язань по укладеним договорам з проведення моніторингу по його ключовим позиціям (табл. 1.7).

Таблиця 1.7.

Роботи на нафту і газ	Роботи на тверді корисні копалини
1	2
<i>На етапі пошуково-розвідувальних робіт має включені:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - аналіз відповідності паспортів нафтогазоперспективних об'єктів фактичним (первинним) матеріалам; - аналіз достовірності геологічних побудов (моделі об'єктів, стратиграфія, літологія, тектоніка, колектори, покришки, флюїдні контакти тощо); - аналіз результатів комплексних лабораторних досліджень та ін. 	<ul style="list-style-type: none"> - оцінка повноти і якості виконання бурових (гірничих) робіт, в тому числі обґрунтування мережі свердловин (гірничих виробок), глибини розвідки; забезпечення виходу керна, відбір орієнтованого керну, повнота каротажних досліджень, якість і повнота опису та опробування керну (забоїв, стінок виробок), зіставлення геологічних і каротажних даних; - аналіз технології буріння геологорозвідувальних свердловин на тверді корисні копалини (рецептури); - оцінка раціональності комплексу методів геофізичних і геохімічних досліджень; - оцінка повноти і якості опробування та лабораторних та технологічних досліджень порід та руд корисних копалин; - оцінка якості геологічних ^{побудов} розрізів і карт, погоризонтних планів та вертикальних проєкцій.
<i>На етапі геологозйомочних робіт:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - оцінка схем та повноти і якості обробки проб; - аналіз повноти комплексу карт та їх кондиційності; - оцінка збереження та використання геологічної інформації і ядерного матеріалу та результатів його досліджень та ін. 	
<i>На етапі спорудження та випробування</i>	

1	2
<ul style="list-style-type: none"> - аналіз рецептур та параметрів промивальних рідин для буріння свердловин та розкриття продуктивних горизонтів; - аналіз рецептур тампонажних розчинів, їх фізико-хімічних властивостей та відповідність геологічним умовам; - оцінка якості випробування свердловин в процесі буріння всіма типами випробувачів та розрахунків гідродинамічних параметрів пласта та ін. 	
<i>На етапі розробки:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - моніторинг щорічного сумарного видобутку нафти, газу, конденсату і води окремо по покладах; - аналіз результатів та систем розробки кожного покладу; - моніторинг депресій, дебетів нафти, газу, конденсату і води від початку розробки до дати підрахунку запасів, пластового тиску з обов'язковим заміром на початковій стадії розробки, газомісту нафти, ступеня обводненості продукції, що вилучається з надр; - оцінка кількості води, закачаної у пласт; - аналіз методів інтенсифікації видобутку. 	<ul style="list-style-type: none"> - оцінка заходів з оптимізації засобів видобутку корисних копалин та попередження аварійних ситуацій; - моніторинг гідродинамічного режиму та хімічного складу підземних вод; - моніторинг стійкості бортів кар'єрів та відвалів порід; - аналіз різноманітних видів забруднення гірських порід, ґрунтів та поверхневих вод; - моніторинг величин механічного напруження гірських порід, показників міцності покрівлі (у підземних виробках), розмірів мульд просідання.

Рекомендаціями щодо визначення вартості проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування, затвердженими Держгеонадра, вартість послуг з моніторингу має визначатися, як сума коштів, необхідних для відшкодування прямих, загально ви-

робничих та адміністративних витрат, понесених організацією при виконанні зазначених робіт, з урахуванням нормативних витрат матеріально-технічних ресурсів, вільних цін, податків, зборів та обов'язкових платежів, а також прибутку (планових накопичень). І найбільш коштовною частиною моніторингу вважається саме технічне забезпечення.

Відсутність належного контролю за станом геологічного середовища у сукупності із прийнятим 28 січня 2015 року рішенням Кабміну (постанова №42) щодо присвоєння умові про проведення моніторингу у дозволах та угодах на користування надрами необов'язковості, на наш погляд, конфліктує із проголошеним політичним курсом євроінтеграції. Даний висновок обумовлений ще й результатами аналізу державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року, в рамках якого у переліку пріоритетних галузевих політик відсутня координація цілей та заходів, спрямованих на контроль за станом навколишнього середовища.

Створення умов для інвестування дієвої системи моніторингу, сприяння інноваціям шляхом проведення досліджень новими високотехнологічними методами буде суттєво сприяти заохоченню політики якісного моніторингу. За умови початку робіт в зазначеному напрямку, доцільним є детальний аналіз європейського досвіду запровадження регіональної політики, що дасть можливість уникнути тих небажаних та помилкових векторів розвитку, з якими стикалися наші західні колеги, і допоможе розвиватися нашій стороні, пришвидшуючи процес запровадження необхідних змін в даному питанні.

В процесі розвитку мереж моніторингу важливо пам'ятати, що всі елементи геологічного середовища взаємопов'язані і виокремлювати при спостереженнях будь-який один елемент з цієї системи, не розглядаючи інші, методичне невірнo. Тому в ідеальному варіанті моніторинг геологічного середовища повинен бути комплексним, охоплювати не окремі частини, а всі елементи геологічного середовища. Особливо це важливо для гірничодобувних регіонів України, погіршення стану навколишнього середовища в яких давно викликає занепокоєння.

Ще однією важливою умовою запровадження якісної системи моніторингу є раціональне розміщення точок спостережень, а також регулярності їх проведення. Проаналізувавши статистичні дані, зібрані ДНВП «Геоінформ України» за останні роки, було встановлено суттєвий спад обсягів моніторингових робіт після 2000

року аж до 2015 (табл. 1.8). Після чого процес почав відновлювати свою роботу, хоча і вкрай повільно.

Таблиця 1.8.

Геологічні підприємства галузі	Кількість ділянок, на яких проводились спостереження				Екологічно-небезпечні геологічні процеси, які спостерігаються на ділянках
	2000 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	
Схід ДРГП	9	0	0	0	зсуви, підтоплення
Донецьк ДРГП	26	6	11	14	зсуви, карст, абразія
ДП УГК (ДРГП «Північгеологія»)	72	32	11	18	зсуви, карст, ерозія, переробка берегів водосховищ
ПричорноморДРГП	67	5	5	10	зсуви, абразія
КП «Південукргеологія»	65	6	24	43	зсуви, абразія, підтоплення, карст
КП «Південекогеоцентр»	72	0	0	0	зсуви, карст, підтоплення, селі
НАК «Надра України» ДП «Західукргеологія»	52	2	8	11	зсуви, карст, ерозія просідання над гірничими виробками
НАК «Надра України» ДП «Центрукргеологія»	12	0	0	5	зсуви, переробка берегів водосховищ, ерозія
Всього	385	51	59	101	

Якщо відкинути динаміку розвитку екзогенних геологічних процесів, які гостро потребують контролю у видобувних регіонах, внаслідок гігантських обсягів коштів, необхідних для компенсації завданої ними шкоди, то наступним, за величиною впливу на стабільний економічний розвиток регіонів є саме забруднення ґрунтів та порушення режиму і забруднення підземних та поверхневих вод у зонах впливу техногенних об'єктів. Так, несвоєчасні виявлення проблем у зонах впливу гірничодобувних та переробних підприємств, зумовили зростання обсягів витрат на охорону та відновлення навколишнього природного середовища у 2017 році до 11936126,2 тис грн. – суми, яка могла б бути суттєво нижча за умови достатньої кількості ділянок спостережень для своєчасного реагування на

активізацію екзогенних геологічних процесів чи підвищення рівня концентрацій забруднюючих елементів.

В результаті аналізу проблеми дерегуляції системи екологічного моніторингу ГС можливо зробити наступні висновки:

- Нерівномірність розміщення спостережних точок в межах гірничодобувних регіонів суттєво зменшує можливості одержання достовірних відомостей щодо стану якості геологічного середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій чи своєчасну ліквідацію наслідків впливу гірничодобувних та переробних підприємств.
- Включення даної сфери до основних напрямків регіональної політики України в рамках курсу Євроінтеграції дозволять вирішити ряд проблемних моментів, що базуватиметься на:
 - Покращенні бізнес-клімату, що ґрунтується на регіональному потенціалі;
 - Підтримці розвитку інновацій, що забезпечать більш високий рівень екологічності виробництва та контролю над ним;
 - Створенні формату багаторівневого врядування за участю регіональних влад, органів місцевого самоврядування, а також громадянського суспільства та інших зацікавлених сторін.
- Запровадження регіональної політики в українських реаліях спонукатиме представників гірничодобувних підприємств на розробку своїх програм робіт на високому конкурентоздатному рівні, що дозволило б їм отримати допоміжне фінансування для регулярного проведення екологічного моніторингу стану їх ліцензійних ділянок та мінімізації своїх екологічних витрат.

Глава 2.

МОНІТОРИНГ СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ

Виділяється декілька видів моніторингу геологічного середовища (ГС), зокрема [107]: гідрогеологічний, геофізичний, сейсмічний, інженерно – геологічний, геохімічний, ґрунтів і нарешті, комплексний, який охоплює всі перелічені вище види моніторингу, або мотивовану більшість з них. За масштабом охоплення і детальністю вивчення території виділяється об'єктовий, локальний, регіональний, державний і глобальний моніторинг.

За службовою приналежністю виділяється державний, відомчий, об'єктовий моніторинги. Основна мета моніторингу – забезпечення можливості контролю і управління станом геологічного середовища як складової природно–техногенної системи.

Найбільш складні природно–техногенні системи утворились у гірничодобувних регіонах і районах України [24]. Всі вони мають свою специфіку в залежності від виду мінеральної сировини, природних умов території, об'єктів добувної і переробної промисловості та пов'язаних з ними виробництв. Моніторинг стану ГС у них має бути зосереджений на головних чинниках впливу на нього промисловості. Ми охарактеризуємо підходи і спробуємо сформулювати рекомендації щодо організації і проведення такого моніторингу переважно на конкретному регіоні – Криворізькому залізородному басейну, з включенням окремих загальних відомостей по Україні загалом чи даних по другим гірничодобувним регіонам і районам.

2.1. Техногенні зміни сейсмічності території

Активний розвиток інструментальних спостережень у світі за останні роки, показав, що для древніх платформ також характерні сучасні деформації, хоча і більш повільні, ніж на їхніх краях. Деформації супроводжуються землетрусами. На Східноєвропейській платформі (СЄП), в т.ч. в межах України, вогнища землетрусів виявлено практично повсюдно. Магнітуда землетрусів в основному невелика – 3-4, рідше 5-5,5 балів, а інтенсивність струсів у епіцентрі при найбільш сильних подіях не перевищувала 7 балів [44, 102]. Відповідно до історичних відомостей, а також згідно з картою ізосейст і гіпоцентрів землетрусів, локальні сейсмічні події, що проявилися з інтенсивністю струсів у 5-7 балів, відбувалися в ряді

регіонів України. Найбільш сильні з них відзначалися в Кіровоградській області (поблизу границі з Черкаською - 7 балів (1873 р.), у Донецькій - 6 ± 1 бал (район Костянтинівки, 1937 р.), Харківській - 5-6 балів (1858 р. і 1913 р.) і Чернігівській - 5 ± 1 бал (1905 р.).

Як зазначається зокрема у ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних регіонах України», *місцева руйнівна сила землетрусу* залежить, крім енергії поштовху, від *рельєфу* місцевості, *властивостей гірських порід*, які її складають (літологічного складу ґрунтів), та *водного режиму*. На ділянках, складених крихкотілими насиченими водою ґрунтами, сейсмічне прискорення може бути у 1,5-2 рази більшим, ніж на тих ділянках, де залягають щільніші ґрунти.

Особливості зміни сейсмічності території Кривбасу. Наведене вище не вичерпує усіх факторів, що формують сейсмічний ризик для складної структури ПТГС Кривбасу за умови активного виконання гірничодобувних робіт з використанням буро-вибухових технологій.

З погляду на сучасну природно-техногенну геодинамічну та еколого-геологічну нестабільність ПТГС Кривбасу, яка підсилюється регіональною техногенною тріщинуватістю, особливої уваги заслуговують морфоструктуро-неотектонічні вузли. Характерною їх рисою є високий ступінь тектонічної роздробленості, що простежується у верхній частині осадового чохла, а також підвищений вплив на ускладнення інженерно-сейсмогеологічних умов техногенних перетворень рельєфу й активізації екзогенних геологічних процесів (підтоплення, утворення зсувів та ін.).

Винятком є підтоплені ділянки. Для них методом інженерно-гідрогеологічних аналогій Є.О. Яковлевим [28, 102] обґрунтована залежність часу існування напружено-деформованого стану водонасичених порід підґрунтя (підвищеного порового тиску) при проходженні сейсмопоштовху (швидкість 1,0-1,5 км/год.) за умов підтоплення фундаментів споруд. Значно більший час існування підвищеного порового тиску порівняно з часом проходження сейсмопоштовху (частка секунди) формує небезпеку виникнення додаткових гідрогеомеханічних напруг при афтершоках, внаслідок чого можливе локальне розрідження порід підґрунтя і розвиток критичних деформацій споруд.

Враховуючи можливість подальших техногенних змін інженерно-гідрогеологічного режиму ПТГС Кривбасу, особливо його гірничо-промислової частини (збільшення глибин шахт та кар'єрів, площ та напорів шламо-хвостосховищ та ін.) удосконалення оцінок еколого-

геологічного впливу інженерно-сейсмогеологічних факторів вимагає виконання наступних моніторингових оцінок [29]:

1) зміни структури потоків ґрунтових вод за умов подальшого зменшення їх глибин;

2) глобального ризику збільшення транзитних землетрусів зони Вранча (Румунія) та нових вогнищ місцевих землетрусів;

3) впливу скорочення площ у верхній зоні ГС інженерно-гідрогеологічних елементів (геоморфологічні, ландшафтні форми та ін.) з підвищеним рівнем здатності до релаксації сейсмічних напруг та ризику локальних ущільнень ґрунту з тимчасовим збільшенням порового тиску та наступним зниженням водонасиченості;

4) впливу мінливості фільтраційних параметрів ґрунтового горизонту та порід зони потенційного водонасичення;

5) впливу на формування інженерно-сейсмогеологічних умов регіону Кривбасу наступних гідрогеологічних чинників: наявність водонасичених глинистих прошарків, зон з низькими геодформаційними показниками (в тому числі блоків кристалічних порід і руд в межах лінеаментних структур) та можливістю тимчасових порушень суцільності ГС в зоні рихлих осадових порід (пливуноутворення, колоїдизації, концентрованого розсіювання сейсмічної енергії та ін.)

6) взаємозв'язку параметрів структурно-геологічного, тектоно-геофізичного, лінеаментного та інженерно-гідрогеологічного плану з часом зниження порового тиску в слабопроникних породах з врахуванням того, що, навіть, при сталому природному сейсмічному фоні в межах ПТГС Кривбасу буде зростати вплив техногенної ГС

У зв'язку з вищенаведеним можна зробити висновок, що поточна і прогнозна оцінки еколого-геологічної складової змін інженерно-сейсмогеологічних умов Кривбасу вимагає використання по факторних карт з відображенням генералізованої інформації ДЗЗ, удосконалення сейсмо-геофізичного моніторингу у складі екологічного моніторингу довкілля, а також гідрогеофільтраційного прогнозного моделювання та сейсмо-мікрогеофізичного моніторингу об'єктів критичної інфраструктури ПТГС Кривбасу.

2.2. Порушення породного масиву і рельєфу

Довгострокове ігнорування зростаючого порушення рівноваги надр та постійне накопичення негативних наслідків у верхній зоні геологічного середовища, поверхневих водних об'єктах і приземної атмосфери у деяких гірничодобувних регіонах призвело до стадії

екологічного лиха, коли звичайних механізмів урівноваження екологічного стану та забезпечення екологічної безпеки вже недостатньо. У якості прикладів можна навести Криворізький залізрудний басейн і Солотвинський солерудник.

Криворізький басейн. Критичним показником небезпечних змін надр можна вважати прогнозоване обрушення порід на ш. «Орджонікідзе» при штучному їх зміщенні з метою ліквідації знятих з експлуатації підземних виробок [25]. Загальний обсяг мульди осідання на поверхні склав біля 8.0 млн. м³ і дорівнював практично обсягу гірничих виробок, що ліквідовувалися. Останнє може бути свідченням впливу довгострокового накопичення техногенної тріщинуватості під час масових (багатотоннажних) вибухів, зменшення внаслідок цього міцності породних масивів, виникнення зон концентрації напруг і послаблених ділянок навколо тектонічних блоків.

Фактично, катастрофічне просідання порід на полі шахти «Орджонікідзе» можна віднести до еколого-геотехнічного фактору, якій обмежує подальше використання надр Кривбасу, враховуючи зростання глибини шахт (до 1,5-1,6 км) і кар'єрів (до 0,4-0,5 км) Кривбасу, накопичення гідрогеомеханічних напруг та ризик руйнівних зрушень порід над гірничими виробками.

Враховуючи це, уявляється вкрай необхідним якнайшвидше розгортання спеціальної системи кризового моніторингу та розробка і виконання державної програми екологічної реабілітації Кривбасу, а саме:

- створення ефективної та економічно обґрунтованої схеми захисту гірничих робіт від підземних вод;
- мінімізації кількості шахтних вод, що відкачуються;
- запобігання на території регіону підтоплень і небезпечних інженерно-геологічних явищ (карстоутворення, суфозія і, як наслідок, провали денної поверхні);
- створення ефективної системи режимних спостережень (моніторингу) за підземними водами з метою прийняття своєчасних інженерних рішень, спрямованих на запобігання негативних екологічних наслідків.
- застосування під час будівництва нових і реконструкції існуючих промислових підприємств екологічно безпечних технологій, які унеможливають надходження до геологічного середовища та накопичення в ньому шкідливих компонентів;
- максимально можливий перехід на підземний видобуток залізних

- руд як екологічно значно менш шкідливе виробництво;
- розробка величезних запасів залізних руд, заскладованих у відвалах, та систематична рекультивация відвалів, що не використовуються;
 - розробка та впровадження ефективних технологій утилізації токсичних відходів і високомінералізованих шахтних вод;
 - здійснення комплексного моніторингу геологічного середовища в межах Криворізької промислово-міської агломерації та її оточення;
 - першочергове поліпшення лікувально-профілактичного обслуговування населення за напрямками, зумовленими негативним впливом на довкілля Криворізького гірничопромислового комплексу.

До переліку критеріїв які впливають на специфіку оцінки порушення породного масиву в гірничодобувних регіонах внести *атиповість ландшафту*, яка виражена у формах техногенного рельєфу і створює умови для активізації екзогенних геологічних процесів [59]. За геометричними параметрами нові техногенні форми рельєфу можна порівняти з природними морфоструктурами. Відвали, кар'єри, зони обвалення і зсуву, шламосховища з точки зору геоморфології представляють два типи рельєфу. Кар'єри та зони обвалення і зсуву можна віднести до денудаційних, а відвали та шламосховища - до акумулятивних форм рельєфу. Процеси денудації надр (розвиток кар'єрів і зон обвалення), супроводжуються створенням акумулятивних, техногенних форм рельєфу - відвалів і шламосховищ. У такій картині техногенного літогенезу вбачається певна аналогія із тектонічними процесами, обумовленими ендегенними силами. Кар'єри нагадують за формою кальдери. Але походження їх, звичайно, техногенне. Порооди верхньої частини земної кори, на місці яких утворена техногенна кальдера, у більшості переміщені до відвалів та шламосховищ. Порожнечі, що виникли під поверхнею землі внаслідок підземного видобутку залізних руд, з часом, під дією природних сил гравітації та завдяки спеціальним технологічним заходам, заповнюються породи всякого та частково лежачого боку покладу. На поверхні утворюються лійки розмірами від десятків до сотень метрів. Навкруги лійок виникає терасування поверхні. В цілому ці нові форми рельєфу утворюють провальні зони та зони зсуву. Зони обвалення, зсуву та просідання поверхні внаслідок підземних робіт скоріше нагадують ендегенні геологічні процеси, ніж екзогенні. Усі розглянуті зміни рельєфу обумовлені техногенними силами.

У попередній нашій монографії [30] зазначалось, що ... «традиційні маркшейдерсько-геодезичні методи в основі яких лежать

теодолітні та нівелірні спостереження сьогодні не забезпечують необхідної точності, а головне оперативності, при проведенні спостережень які б дозволили передбачити розвиток осувів або провалів. Такі явища проявляються раптово, але динаміка їх формування поступова, в даному випадку важливим моментом при їх попередженні є момент фіксації початкової стадії зміщення мас гірських порід, величини яких складають мікрони». У зв'язку з чим виникає необхідність у нових методів і засобів маркшейдерсько-геодезичного контролю за станом земної поверхні та штучних споруд з метою попередження та запобігання виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних зі зміщенням масивів гірських порід. Певні зрушення у цьому напрямку в Кривому Розі є. У Криворізькому технічному університеті розроблено та запатентовано прилад для спостереження за зміщенням масивів гірських порід на основі волоконно-оптичних вимірювальних систем, який дозволяє проводити заміри в тримірному просторі [137].

Солотвинський солерудник. Надзвичайна ситуація на території родовища кам'яної солі в смт. Солотвине, Закарпатської області, що проявилася у затопленні трьох діючих соляних шахт і утворенні величезних провалів на денній поверхні призвела до порогового стану трансграничного екологічного лиха, внаслідок незворотного порушення гідрогеофільтраційної ізолюваності соляного штоку та розвинутих у його верхній частині (до 0,5 км) гірничовидобувних виробок.

За архівними даними, шахтна експлуатація Солотвинського родовища проводилася вже понад 220 років. На родовищі в різні часи діяли дев'ять рудників. Розвиток екологічної катастрофи пов'язаний із станом трьох солевидобувних шахт №7,8,9, що внаслідок формування активного гідрогеофільтраційного зв'язку прісноводного над сольового водоносного горизонту в межах шахтних полів і в напрямку русла трансграничної р. Тиси визначило граничні екологічні межі надрокористування у регіоні.

Розвиток руйнівних карстових провалів спричиняє небезпеку для житлових і промислових (до 500 об'єктів) забудов, призводить до руйнування інженерних комунікацій (ліній електропередач, систем водопостачання та каналізації), доріг тощо. Певну небезпеку становлять також просідання земної поверхні. Значна роль у розвитку деформацій поверхні належить водовідливним штольням, які втратили дренажну здатність внаслідок відсутності інженерного

нагляду і перетворилися на зону підсиленого живлення над сольового горизонту і активізації карстово-деформаційних процесів.

В цілому ефективна стратегія розв'язання екологічних проблем довгострокового солевидобутку та вибору оптимальних технічних рішень щодо захищеності соляних масивів під час їх консервації включає два основні елементи: гідравлічні бар'єри водотривких порід і захисні зони насичених розсолів. Основними факторам інтенсивного техногенного розвитку карсту є поява дренажу, рівень якого визначає градієнт інфільтрації вод. При розростанні карстових порожнин процес доповнюється карстово-суфозійними явищами, тобто виносом водними потоками мас глинистого і мілко зернистого матеріалу. При переході певних геомеханічних порогів відбуваються вивали зі збільшенням об'ємів новоутворених порожнин і в кінцевому рахунку – з деформаціями земної поверхні, утворенням провалів, карстових воронок. Всі ці процеси і явища в різних масштабах проявлялись на різних ділянках розробок Солотвинського, Калуського і Стебниківського родовищ.

На підставі розуміння механізмів геомеханічних деформацій порід і карстоутворення виділяються три основні групи причин розвитку екологічної катастрофи: відсутність жодного працюючого засобу обмеження потоків підземних і атмосферних вод у контурах шахтних полів; техногенна порушеність природної захищеності соляного масиву (як зовнішньої – водотривні зони і зони захисних розсолів, так і внутрішньої – експлуатаційні руйнування порід); наявність відкритого глибинного базису дренажу підземних вод (який і зараз діє у виробках до глибин 200-400 м).

Зрозуміло, що моніторинг критичних порушень породного масиву і рельєфу у гірничодобувних регіонах необхідно проводити у рамках постійно діючих прогностичних моделей, які треба у них організувати, щоб мінімізувати втрати від надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф.

2.3. Зміни режиму і забруднення підземних вод

Техногенні зміни гідрогеологічних умов Кривбасу. Недосконалий гідрогеофільтраційний захист більшості гідротехнічних споруд у Кривбасі, великі фільтраційні втрати з них та інженерних мереж промислових і житлових комплексів за умов погіршення природного дренажу призвели до активного розвитку техногенного підтоплення, площа якого сягає 500 км² [29].

Дослідження інженерно-геологічних умов Кривбасу засвідчили розвиток у верхньому шарі водоненасичених порід (зона аерації) процесу гіперфільтрації, при якому надходження техногенних вод перевищує фільтраційну здатність підстилаючих порід, що призвело до формування техногенного водоносного горизонту як гідрофізичного підгрунтя регіонального підтоплення промислово-міського комплексу Кривбасу. В той же час дренажний вплив шахт глибиною до 1200-1500 м обумовив формування у тріщинуватій зоні кристалічних порід і руд регіональної депресійної лійки довжиною більше 80 км та шириною 6-7 км з середньою глибиною до 600 м, в межах гідрогеофільтраційної системи якої об'єм умовно осушених порід сягає 190 км^3 . Відносна рівновага рівнів цієї лійки у межах локальних субдепресій переважно забезпечується ненасиченою фільтрацією вод із техногенного водоносного горизонту (т.зв. режим «дощування»). В просторовому плані депресійна лійка охоплює зони активного, уповільненого та затрудженого водообміну (відповідно ЗАВ, ЗУВ та ЗЗВ), що призводить до значних варіацій мінералізації шахтних та кар'єрних вод і ускладнює умови їх накопичення, поводження та водовідводу.

Загальна величина водовідводу за умов регіонального впливу вищезазначеної гідрогеофільтраційної системи (за орієнтовними оцінками) складає 36-40 млн. $\text{м}^3/\text{рік}$.

Аналіз даних щодо структури формування балансу водоприпливів у гірничі виробки свідчить, що до 80% їх загального обсягу формується за рахунок техногенних джерел, витoki з яких забезпечують розвиток комплексу небезпечних гідрогеофільтраційних, гідрогеодинамічних та гідрогеохімічних процесів:

- формування ділянок стійкого підтоплення і затоплення земель;
- зменшення несучої здатності покривних осадових порід та ускладнення інженерно-геологічних умов експлуатації житлових і промислових будівель;
- активізація зсувних, просадкових, карстово-суфозійних та інших небезпечних екзогенних геологічних процесів;
- зменшення стійкості бортів кар'єрів, укосів дамб та підроблених ділянок породного масиву;
- розвиток ділянок електрохімічної корозії залізобетонних та металевих підземних конструкцій з наступним скороченням термінів безпечної експлуатації;
- техногенне зростання (до 1-3 балів) сейсмічних струшувань природного і техногенного походження .

Одним із провідних факторів екологічного впливу ПТГС Кривбасу є формування значних обсягів мінералізованих вод техногенного походження із наступним витоком великої кількості розчинних солей за межі басейну. Головним джерелом сольової міграції є поверхневий і підземний стік р. Інгулець, яка є головною дреною Кривбасу.

Результати виконаного аналізу величин мінералізації основних джерел формування водопрпливів у гірничі виробки шахт свідчать, що у більшості випадків вона не перевищує 2,5-3,0 г/дм³; тільки для порово-тріщинних джерел сягає 135-145 г/дм³ і більше та для інфільтраційних витоків перевищує 20-25 г/дм³.

Протягом багатьох десятиліть загальний винос солей з поверхневим і підземним стоком за межі Кривбасу складав близько 1,1 млн. тон/рік. Переважне надходження сольового стоку Кривбасу у басейн р. Інгулець супроводжується аномальним її забрудненням, а також засоленням значних площ земельних угідь – десятки тисяч га територій Дніпропетровської, Херсонської та Миколаївської областей.

В останні роки зменшення водного стоку в Нижньому Дніпрі внаслідок глобальних змін клімату та надмірного зарегулювання призвело до критичного погіршення його сольового балансу та скорочення різноманіття гідробіоти (у десятки разів).

Моніторинг стану гідрогеологічних умов Донбасу. Внаслідок проведення бойових дій і стихійного неконтрольованого закриття шахт на його території швидкими темпами почала розвиватися екологічна катастрофа з підтопленнями високомінералізованими шахтними водами та просіданням земної поверхні [28, 30].

Комплексна оцінка забруднення підземної гідросфери виконана у межах Північно-Східного Донбасу та обґрунтовані закономірності впливу вуглевидобувних підприємств на якість поверхневих і підземних вод [110]. Підземні води цієї території забруднені важкими металами, при цьому з аналізованих 32 металів у воді виявлено 13. У кількостях, що суттєво перевищують ГДК, виявлено елементи 2 і 3 класу небезпеки: Li, Ti, Рb і Mn. Поверхневий стік, який надає живлення річкам території, формує гірничодобувний і переробний комплекс. У всіх пунктах опробування в воді виявлені важкі метали за вмістом, що перевищує ГДК: у 3-8 разів Li і Ti; в 2-15 разів - Mn і майже повсюдно Sr.

Організація системи моніторингу стану гідрогеологічних умов Донбасу після закінчення війни є необхідною умовою для проведення екологічної реабілітації його території. Спочатку треба провести

оцінку динамічного розвитку факторів погіршення екологічного стану ГС внаслідок проведених бойових дій і стихійного масового затоплення шахт. Уявляється необхідним виконання наступних заходів [30]:

1. Створення «Центру моніторингових досліджень Донбасу», у складі якого головним має бути підрозділ, відповідальний за ведення і обслуговування постійно діючої моделі ГС Донбасу – системи екологічного моніторингу на базі географічної інформаційної системи (ГІС) як автоматизованої системи збору, зберігання і обробки інформації, що працює в режимі реального часу.

2. Відновлення (а точніше створення нових) мереж спостережень за станом складових ГС, як основних постачальників інформації для постійно діючої моделі ГС Донбасу.

3. Розробка математичних гідрогеологічних моделей для підвищення вірогідності прогнозів підйому рівнів підземних вод та обґрунтування заходів з екологічної реабілітації територій і прогнозу надзвичайних екологічних ситуацій (НЕС).

4. Районування території за рівнем ризику НЕС природного і природно-техногенного походження та розробка й обґрунтування складу і послідовності першочергових захисних заходів для їх попередження і ліквідації.

5. Проведення комплексного соціально-еколого-техногенного обстеження зон впливу регіонального підйому рівнів підземних вод внаслідок стихійного закриття шахт, в тому числі з залученням технологій ДЗЗ, експресних газо-геохімічних і геофізичних зйомок та наступним виділенням ділянок небезпечних змін геологічного середовища (підтоплення, забруднення водозаборів питних вод, підвищення міграції вибухонебезпечних газів та ін.).

6. Створення басейнових і територіальних схем керування рівнями підземних і поверхневих вод шляхом комплексного використання горизонтальних і вертикальних (в тому числі шахтних) дренажів, а також максимального відновлення дренаючої здатності річково-басейнової мережі.

7. Обґрунтування першочергових та довгострокових заходів з реагування на переважаючі впливи змін екологічного стану територій Донбасу на структуру економіки, склад зайнятості місцевого населення, потенціал сталого розвитку.

8. Оцінка доступних запасів марок вугілля, необхідних для роботи промисловості відповідно до стратегії розвитку країни, запланованої структури промисловості й трансформацій в енергетичній сфері та

гірничо-металургійному комплексі.

9. Використання нетрадиційних природних ресурсів місцевого походження з метою пом'якшення наслідків скорочення видобутку вугільної сировини та диверсифікації місцевої економіки з метою зниження залежності від вугільної галузі.

Якщо говорити взагалі про проблеми змін гідрогеологічних умов і підтоплень у Донецькому і Криворізькому басейнах та інших гірничодобувних регіонах, то треба відновлювати моніторингову мережу спостережних свердловин, розвивати, удосконалювати і широко застосовувати системи космічного моніторингу, що фіксують зволоження ґрунтів і такі підтоплення [79].

2.4. Забруднення ґрунтів

Теоретичною базою для проведення мінералого-геохімічних досліджень у гірничодобувних регіонах послужили роботи з екологічної мінералогії С.О. Довгого і В.І. Павлишина [23, 77, та ін.]. За їх висновками, мінеральна речовина, перш ніж залучиться у фізіологічний процес, обов'язково руйнується, тобто переходить в іонну або молекулярну форму. Дія мінералів на живий організм (дистанційна, дотикова, пневмонічна, харчова), звичайно, має негативні фізіологічні та спадкові наслідки. Токсичними за певних умов стають мінерали, які містять такі елементи: As, Sb, Hg, Ba, B, Cd, Co, Cu, Pb, Mo, Ni, Se, Tl, Be, U, V, Zn, Cr, Te, In, Bi, F, Al, Sr, S. Виділено три групи мінеральних родовищ України: а) хімічно токсичні родовища; б) родовища радіоактивних мінералів; в) родовища, шкідлива дія яких пов'язана з підвищеною твердістю або особливою морфологією їх мінералів.

Просторова картина поширення техногенних геохімічних потоків при видобутку і переробці мінеральної сировини найчіткіше визначається за зміною хімічного складу тих природних середовищ, які надовго депонують забруднюючі речовини. Насамперед це стосується ґрунтів як найбільш сталого компонента ландшафту і донних осадків річок.

Забруднення ґрунтів важкими металами в Кривбасі. Як свідчать роботи останніх років [31, 42, 60, 62], середній вміст важких металів (Pb, Zn, Ni, Cu) у пилових випадіннях поблизу металургійних комбінатів набагато перевищує фонові значення. Через повітряне перенесення, викиди підприємств розповсюджуються на значні відстані і відкладаються на поверхні ґрунтів, рослинах, у воді, донних

відкладах та інших компонентах довкілля, суттєво забруднюючи їх та змінюючи їх властивості.

Вивчення забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) на території Криворізького басейну нами було проведено різними методами спектрального аналізу (атомно-емісійним і атомно-абсорбційним з використанням 0,5М НСІ та 2М ННО₃). Встановлені вміст ВМ, характер кореляційних зв'язків між елементами та закономірності їх розповсюдження на об'єктах гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). Результати цих досліджень опубліковані [29, 60]. Не будемо на них детально зупинятися, а наведемо тільки основні висновки з них.

Більшість аномалій важких металів (ВМ) у ґрунтах, мають складну генетичну природу. На досліджуваній території Криворізького басейну, є фактично повсюдна наявність техногенних аномалій ВМ, для яких: 1 - максимальні концентрації забруднюючих речовин у верхній частині ґрунтового шару; 2 - зменшення концентрацій елемента з глибиною; 3 - просторове розташування аномалій на різних геологічних утвореннях; 4 - наявність техногенного джерела забруднюючого хімічного елемента.

Практично всі техногенні об'єкти ГЗК у Кривому Розі представляють собою локальні природно-техногенні геолого-екологічні системи, що мають власну циклічність розвитку, пов'язану з технологічними циклами видобутку і збагачення залізних руд. Це обумовлює існування на їх територіях певних техногенно-геохімічних ландшафтів і локальних арен геохімічної міграції. Першими у технологічному ланцюжку діяльності ГЗК знаходяться об'єкти видобутку залізної руди (кар'єри і шахти). Шахтні й кар'єрні води зазвичай скидаються в балки, де формуються ставки-відстійники. Шлами від збагачення залізної руди трубопровідним транспортом чи машинами подаються в шламосховища насипного чи яружного типу.

Виходячи з аналізу геологічних даних, накопичених по регіону досліджень, і сучасної екологічної ситуації у Кривому Розі, вміст і розподіл важких металів у ґрунтах на об'єктах ГЗК має визначитися, головним чином, відсотковою часткою у них матеріалу: а – кори вивітрювання гранітоїдів і порід зеленокам'яних поясів Середнього Придніпров'я та порід криворізької серії; б - продуктів відходів збагачення залізних руд на ГЗК і осадів, сформованих при скиді високомінералізованих шахтних вод і технічних вод підприємств; г – матеріалу шлаків і димів металургійних підприємств, привнесеному вітром; д – продуктів перетворення побутових відходів.

Пояснення появи кореляційних зв'язків між елементами у вибірках проб полягає в тому, що з одного боку в мінералах-концентраторах вони знаходяться в певних процентних співвідношеннях, а з іншого – самі такі мінерали присутні в пробах у різній кількості. Це у сукупності має вираз у вмісті елемента у пробі та певних кореляційних зв'язках між елементами. Пов'язана сильними кореляційними зв'язками група елементів (рис. 2.1), скоріше за все, характеризує кору вивітрювання архейських порід з концентрацією елементів у хімічно стійких мінералах типу циркону і монациту. Із важких металів в ній присутні Ni, Co, Be та ін. До цієї групи примикає група ВМ, пов'язаних менш сильними зв'язками (Cu, Zn, Pb, Cr, Ba, Mn, Sn, Ag), які ймовірно пов'язані з вивітрюванням відвалів шлаків металургійних комбінатів, коли внаслідок їх окислення формуються пухкі маси гідрокарбонатів, що можуть легко переноситися вітром [26]. Це підтверджується тим, що вміст ВМ у пробах пов'язаний прямими, хоча і не такими сильними кореляційними зв'язками з висотою відбору проб на місцевості.

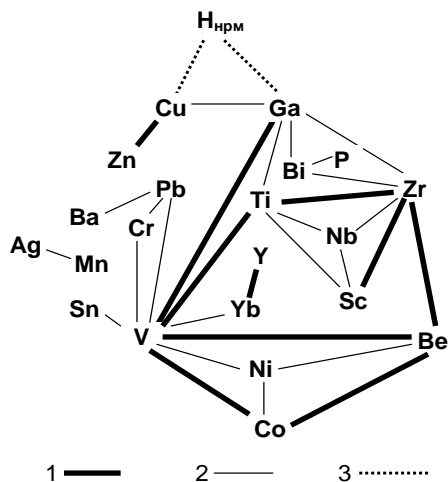


Рис. 2.1. Кореляційні зв'язки між важкими металами та висотою над рівнем моря ($H_{нрм}$). Вибірка 49 проб, напівкількісний атомно-емісійний аналіз. Зв'язки: 1 – сильні прямі (0,6 – 0,8), слабкі прямі (0,5), слабкі зворотні (0,5) [29].

Факторний аналіз вибірки АЕ аналізу показує існування у ній, по меншій мірі, двох груп, ймовірно, пов'язаних з переважаючими формами переносу матеріалу, що потрапляє у ґрунти чи входить до їх складу, – еоловою і у водному середовищі (рис. 2.2).

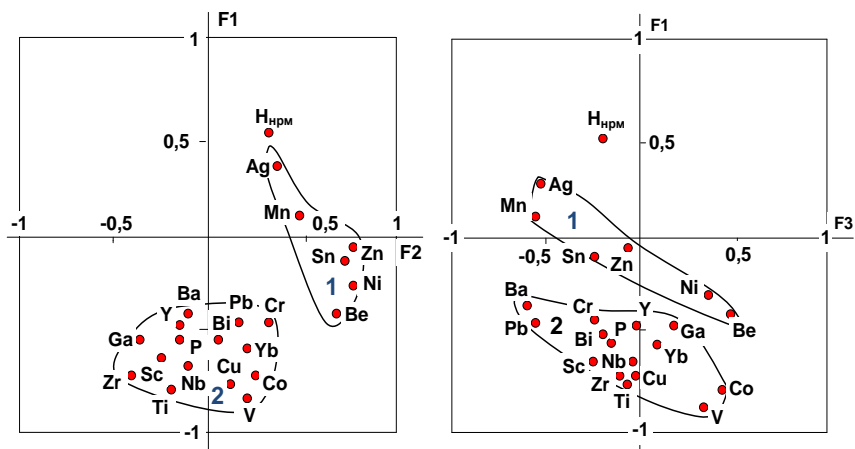


Рис. 2.2.. Факторні діаграми у координатах F_1 - F_2 і F_1 - F_3 для вибірки 49 проб АЕ спектрального аналізу ґрунтів Кривого Рогу [60].

Аналіз наведених матеріалів дозволив зробити наступні висновки щодо можливостей одночасного використання різних методів спектрального аналізу при геохімічних дослідженнях та джерела надходження й особливостей міграції ВМ на об'єктах ГЗК [60]:

1. Хоча точність і чутливість напівкількісного АЕ спектрального аналізу невеликі, використання його даних у геохімічних дослідженнях разом з даними АА спектрального аналізу може бути виправдано при умові проведення детальних мінералогічних досліджень проб.

2. Основним джерелом надходження ВМ у ґрунти у Кривому Розі є шлаки і дими металургійних підприємств. Таким джерелом не можуть бути шлами переробних підприємств внаслідок низького вмісту елементів-домішок, в тому числі і важких металів, в породах залізо-кремневих формацій.

3. При потраплянні ВМ у ґрунти йде їх перерозподіл під дією вітру і атмосферних опадів з перенесенням і накопиченням пиловатих часток – основних концентраторів ВМ у понижених частинах рельєфу.

Геохімічні дослідження розподілу токсичних елементів у породах і ґрунтах у районах вуглевидобутку до останнього часу в Україні проводились переважно напівкількісним АЕ спектральним аналізом, а їх результати загально відомі. Прикладом цього може бути дисертаційна робота В.В. Удалова по вугледобувному району Північно-Східного Донбасу [110]. Цим дослідженням визначено, що

основними елементами-забруднювачами ґрунтів, які утворюють великі аномальні ореоли, є: Ва, РЬ і Мп. Крім промислових підприємств джерелами забруднення ґрунтів є численні терикони шахт. При їх загорянні в атмосферу виносяться, а потім осідають на ґрунт такі елементи, як: Нg, Ве, У, Мп, Со і Тi. При цьому решта породних відвалів збагачується: Р, Мо, Сg, Аs, РЬ, Тi, Ge і V, частина з яких вилугується кислими водами, що утворюються при окисленні піриту (з рН <3), і забруднює ґрунти і рослини. Зола вугілля є сировинним джерелом рідкісних елементів, які можна класифікувати як «техногенні родовища». Концентраторами багатьох елементів є високозольні фракції (щільність більше 1,6-1,7 г/см³) вугільної речовини, а, носіями мікроелементів є фракції щільністю менш 1,6-1,8 г/см³ з переважним вмістом органічної речовини. Формування поверхневих вторинних ореолів (аномальних зон) підвищеної радіоактивності, в умовах Північно-Східного Донбасу, відбувалося в результаті експлуатаційної розробки глибинних горизонтів та винесення на поверхню за рахунок процесів масо-, газо- та водообміну радіоактивних елементів.

2.5. Забруднення алювію річок Кривбасу продуктами техногенезу

Наявність на водозбірній території гірничодобувних регіонів і районів потужних підприємств і нагромаджень промислових відходів обумовлює особливі умови формування сучасного алювію річок. Техногенна складова цього алювію з одного боку може слугувати показником техногенного навантаження на територію і забруднювати поверхневі води, а з іншого – оцінюватись як мінеральна сировина техногенних родовищ. Висока ступінь зрілості осадків та особливий гідрологічний режим гирлових і дельтових фацій річок зумовив формування на окремих їх ділянках підвищених природних концентрацій золота, мінералів титану, циркону, альмандину та інших. Крім того, донні осадки річок містять й інші корисні мінеральні компоненти: глину, карбонати, кварц, маршаліт, слюди, тощо. Використання їх може підвищити масштаби залучення алювію до господарської діяльності, зменшити обсяги накопичення промислових відходів та сприяти покращенню екологічного стану довкілля у гірничодобувних регіонах.

В межах Криворізького залізорудного басейну зберігаються 2,3-2,6 млрд. т дрібнодисперсних шламів. Швидкість їх накопичення – 50-70 млн. т/рік. У відвалах накопичено більш як 5 млрд. т гірської маси,

складеної осадовими породами, матеріалом скельного й пухкого розкриву, некондиційними різновидами залізних руд, сланцями, кварцитами, амфіболітами, мігматитами, тощо.

Діяльність промислових підприємств суттєво змінила геоморфологію долини р. Інгулець будову і склад річкового алювію в техногенній зоні. Від витoku до гирла річки виділені три ділянки [68]: умовно чиста (природно-антропогенна), техногенне забруднена і техноплагенна (де відбуваються процеси природного відновлення річки). Автори досліджували і порівнювали проби алювію, відібрані в кожній з виділених ділянок.

Водозбірна площа Інгульця розчленована великою кількістю балок (Червона, Лозуватка, Грушувата, Кобильна та інші). В межах їх об'єму розміщені шламoxовища, відстійники, відвали гірських порід, ставки-накопичувачі техногенних вод, тощо. Балка Червона в центрі м. Кривий Ріг межує з територіями потужних промислових підприємств. Постійний водотік з Південного водосховища по балці надходить в р. Інгулець. Балка та кілька утворених в ній ставків забрудненні промисловими відходами ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», нафтобаз і транспортних підприємств. По тальвегу балки забруднюючі речовини потрапляють до р. Інгулець.

В ґрунтах техногенне забрудненої території Криворізького басейну виявлено підвищений вміст заліза, марганцю, свинцю, цинку, міді, хрому, олова та інших елементів [4, 69]. З даним явищем безпосередньо пов'язане хімічне забруднення води та донних осадків річок Інгулець і Саксагань, які перетинають територію Криворіжжя з півночі на південь, і в донних осадках якої накопичуються свинець, цинк, хром та інші важкі метали [3].

Найбільшими джерелами забруднення річки Інгулець та її приток у межах Кривбасу виступають підприємства гірничо-металургійного комплексу, з відходами яких пов'язані значні надходження політантів у навколишнє середовище (табл. 2.1). Безпосередніми джерелами надходження до річкового алювію неприродного матеріалу є: відвали металургійного та гірничо-видобувних підприємств; шламо- та хвостосховища, відстійники стічних вод; проммайданчики, з яких техногенний матеріал змивається до водотоків дощовими водами; пило-газові хмари з газоочисних споруд промислових підприємств.

Окремої уваги заслуговують специфічні для гірничо-видобувних регіонів об'єкти – шламoxовища та хвостосховища – водойми, в яких води шахт і кар'єрів у суміші утворюють техногенні солоні озера.

Середня мінералізація їх знаходиться в межах 5-8 г/дм³. Загалом, хвосто- та шламосховища Кривбасу акумулюють до 200 млн. м³ води. Абсолютні відмітки дзеркала води в них перевищують абсолютні відмітки природного рельєфу на 15-25 м, що інтенсифікує фільтрацію і процеси засолення та підтоплення прилеглих територій. Раз на рік частину води з шлаго- та хвостосховищ скидають до річок міста. Обсяги річних скидів солоної води із шламосховищ знаходяться в межах 15 - 30 млн. м³. Обсяги скидів промислових підприємств складають 40-50% природного, середньорічного стоку (220-260 млн. м³/рік) [7, 66].

Таблиця 2.1.

Забруднення водної системи на прикладі р. Інгулець, за [67]

Кількісний та якісний склад скидів	Джерела забруднення			
	Шахти	Кар'єри	Шламосховища	Скиди підприємств
середньорічний обсяг скидів, млн. м ³	20,2 – 27,4	9,8 – 12,6	15 - 30	70 - 76
рівень мінералізації г/дм ³	2,8 – 68,3	3,6 - 14,5	5,1 – 8,5	3,8 – 5,2
наявність токсичних речовин	селен, бром, важкі метали, та інше	бром, важкі метали, та інше	Важкі метали, нафтопродукти, феноли та інше	родоніти, ціаніди, фенол, нафтопродукти та інше

Промислові надходження суттєво змінили хімічний склад алювію, погіршили екологічний стан сучасної річкової мережі регіону. В ній істотно збільшився вміст важких металів (табл. 2.2).

На окремих ділянках річища відбулося збагачення алювію природними і техногенними мінералами заліза, а їх концентрація перевершила кондиції для залізистих кварцитів Криворізького басейну [17]. За результатами, наведеними в роботі [1], найбільш збагачені магнітними мінералами ділянки річища у південній частині Криворізького залізорудного басейну розташовані від балки Грушувата, в місці знаходження хвостосховища Новокриворізького і Південного ГЗК, до с. Інгулець. На вказаному відрізку, внаслідок відсіпки берегів річки щебенем розкритих порід, ширина русла

зменшилась, а швидкість течії зростає. Це призвело до того, що твердий стік балки Грушуватої переноситься на кілька кілометрів вниз за течією, за межі гірничого відводу підприємства.

Таблиця 2.2.

Розподіл вмісту важких металів у донних осадах р. Інгулець [3]

Важкі метали	ГДК, мг/кг	Регіональний фон, мг/кг	Середні концентрації важких металів $M \pm m$, (мг/кг)		
			1990	2000	2010
Be	-	-	2,07±0,37	не визнач.	0,75±0,12
Cd	4	-	1,60±0,41	не визнач.	не визнач.
Co	-	15	8,68±1,91	12,6±3,1	8,6±0,2
Mn	1500	700	910,0±227,0*	760,0±189,0*	880,0±203*
Cu	55	30	30,4±8,5	25,0±8,1	28,0±7,5
Mo	5	1,5	7,4±1,8**	0,9±0,2	0,9±0,2
As	2	2	1,2±0,1	не визнач.	не визнач.
Ni	85	40	215,2±86,3**	48,0±8,5*	38,0±8,2*
Nb	-	10	12,2±1,3*	7,0±1,8	10,0±1,7
Pb	30	20	36,9±5,1**	32,5±4,4**	42,0±4,8**
Ti	-	5000	2914,0±658,0	3320,0±776,0	3250±693
Cr	100	60	69,6±10,5*	85,0±19,2*	88,0±15,4*
Zn	300	70	152,0±31,0*	210,0±39,0*	274,0±35,0*
Ag	-	0,03	-	6,4±2,9*	28,0±12,6*
Sr	-	310	16,9±3,6	38,5±9,8	20,0±5,6
Hg	2	-	0,13±0,04	3,0±0,8**	3,0±0,8**

* - перевищення регіонального фонового рівня

** - перевищення ГДК

У більшості гранулометричних класів алювію домінують літокласти: уламки залізистих та силікатних кварцитів і сланців залізисто-кременистої формації Криворіжжя. Піщані осади даного складу місцями утворюють грубошаруваті темно-сірі поклади рудних граувак з підвищеним вмістом мінералів заліза, в першу чергу, магнетиту, гематиту, гетиту. Шаруватість відкладень зумовлена варіацією гранулометрії та мінерального складу літокластів. Головною компонентою її є уламки дрібнозернистих метаморфічних гірських порід і руд: магнетитових і гематитових кварцитів, сланців, силікатних кварцитів. Зустрічаються також шлакові та шламові часточки металургійного походження з металевим залізом і його

оксидами, шматочки вогнетривів та інших дрібнозернистих техногенних мінеральних агрегатів [39].

Уламки залізистих кварцитів кутасті або частково обкатані. Складені рівномірнотзернистим або порфіробластичним кварцом, магнетитом, гематитом. Гіпідіоморфні кристали оксидів заліза розміщені по периферії кварцових зерен, або утворюють пилоподібні розсіяні вкраплення у фрагментах кварцових прошарків залізистого кварциту.

На відміну від кори вивітрювання залізистих кварцитів криво-різької серії, оксиди заліза у складі алювію не мають ознак розчинення і заміщення гідроксидами та гідросилікатами заліза. За даними робіт [40, 1], з ними асоціюють також незмінні сульфіді і навіть лужні алюмосилікати. Таким чином, за гранулометриєю, морфологією, мінеральним і хімічним складом техногенно перетворені (переміщені, подрібнені та збагачені) літокласти чітко відрізняються від природних, що потрапили до алювію через кору вивітрювання.

Мономінеральні кристалокласти зустрічаються лише у найбільш тонкозернистих (алевритових і глинисто-алевритових) прошарках осаду. Оксиди заліза в них представлені уламковими зернами магнетиту, гематиту, гетиту, лепідокрокіту, гідрогематиту і гідрогетиту. Зустрічаються також вюстит і металеве залізо [39].

Присутність у річковому осаді сульфідів, лужних силікатів та інших нестійких в екзогенних умовах мінералів не може бути зумовлено перенесенням їх з кори вивітрювання порід залізисто-кременистої формації. Вони є додатковим свідченням постійного надходження до річки поточних відходів збагачення ГЗК.

Організація мінералого-геохімічного моніторингу річкової мережі в гірничодобувних регіонах. Обстеження річкової мережі доцільно супроводжувати опробуванням донного осаду постійних водотоків (річок, потічків, балок). Як правило, промислові відходи зберігаються на водорозділах та у вершинах балок і ярів. Балки перегороджуються дамбами для утворення ставків. В них промислове забруднення частково затримується, а потім знову рухається до річки. В результаті, безпосередньо наближені до промислових об'єктів балки і яри забруднюються максимально. Багато з них повністю зникають з рельєфу місцевості, проте дренажна функція природного створіння не припиняється ніколи. Прикладом може слугувати б. Грушувата на півдні Кривого Рогу.

Моніторинг річкового алювію розпочинається саме з опробування донного осаду постійних водотоків у тальвегах балок. Потім пробі

відбираються безпосередньо з річкового алювію. Нижче наведено приклад системного моніторингу стану донних відкладів балок, ярів та річок у Північному Кривбасі. Його досвід може бути корисним для виконання аналогічних робіт в інших промислово навантажених регіонах України.

Для виконання роботи відібрані проби донних осадів з головних постійних поверхневих водотоків, розташованих поблизу промислових об'єктів: р. Саксагань, балки Північна Червона, Грядкувата, Приворотна, Петриківська, безіменна балка в районі с. Чабаново, ставок у с. Калинівка. В умовах Північного Криворіжжя, на дні поверхневих водотоків осаджується чорний мул з домішкою алевроліту, піску, незрілого гравію та жорстви.

Мінералого-петрографічний склад і промислові відходи у донному осаді постійних водотоків Північного Кривбасу. Макроскопічно грубозерниста (псефітова) частина донного осаду водотоків складається з жорстви та незрілого гравію з уламками порід і руд Криворізької серії, детально охарактеризованих у геологічній літературі [19, 63] та органічними рештками. Уламки мають бурий, жовтий та сіро-зелений колір. Провідним барвником виступають оксиди і гідроксиди заліза (додаток.5а).

Під мікроскопом визначені гематитові кварцити, гранатові сланці з порфіробластами магнетиту, пористі гетит-мартитові кварцити з зони вилугування, вивітрені сланці та інші породи тощо (додаток 5б-5є).

Значна частина донного осаду знаходиться у вигляді відокремлених мінеральних індивідів і агрегатів, що потрапляють з денудованої кори вивітрювання гірських порід і руд залізисто-кременистої формації (мартит, лімоніт, метаморфогенний і жильний кварц, гідрослюди каолініт тощо). Кварцовий пісок і важкі мінерали надходять з неоген-палеогенових пісків, а друзочки гіпсу – з еолових суглинків четвертинної системи (додаток б).

Присутні також *органічні рештки* у вигляді кальцитових (арагонітових) мушель і детриту континентальних моллюсків, рослин та невизначених органічних решток кальцитового складу (додаток 7).

Крім мінеральних часточок, принесених з кори вивітрювання кристалічний і осадових порід, в осаді зустрічаються невивітрені магнетитові і силікатні кварцити, сланці, егирініти, видобуті безпосередньо в кар'єрі залізорудного комбінату, та кам'яного вугілля. Вони не зазнали впливу гіпергенних агентів вивітрювання та зберегли первинний мінеральний склад, магнітні та інші характерні для них властивості [80, 81]. Також безпосередньо з кар'єру, минаючи

кору вивітрювання до мережі поверхневих вод надходять незмінні сульфідні, лужні силікати та інші, нестійкі в екзогенних умовах гіпогенні утворення.

Складові донного осаду, що зазнали впливу промислових виробничих процесів (видобуток, переміщення, подрібнення, збагачення тощо) віднесені до *перетворених природних компонентів* донного осаду, за [68] (додаток 8).

Суттєвою складовою донного осаду є хвости збагачення магнетитових кварцитів у вигляді кутастих зерен кварцу, біотиту і інших силікатів з включеннями пилоподібного магнетиту магнетитовий концентрат, а також втрачений при збагаченні магнетитовий концентрат. В даному випадку природний матеріал потрапляє до річкового алювію не з кори вивітрювання, а безпосередньо з покладів магнетитових кварцитів, перетворених в технологічних процесах збагачувальної фабрики (подрібнення, транспортування, магнітна сепарація тощо) (додаток 9).

Певні компоненти донного осаду не могли утворитися в результаті природних геологічних процесів. До них відносяться мідний дріт, металева стружка, фольга алюмінію, залишки електротехнічного графіту (частини контактних щіток електродвигунів), паливно-мастильні матеріали у вигляді часточок мазуту тощо (додатки 10, 11а, 11б).

Встановлено також значне забруднення донного осаду *пластмасою, поліетиленом* та іншими *побутовими відходами* органічного складу. Вони знаходяться у вигляді фрагментів різноманітних виробів та дисперсних часточок, розсіяних в природному матеріалі донного осаду (додаток 11).

Часточки промислового походження представлені також битим склом з автомобільних фар, пляшок, електричних лампочок, світильників тощо, у широкому спектрі гранулометричних класів донного осаду (додаток. 12).

У донному осаді річок і постійних водотоків балок поширені магнітні кулі, складені з гідроксидів заліза (рис. 2.3). Їх походження пов'язане з процесами термічної обробки залізорудної сировини [9]. Найближче джерело надходжень даного матеріалу - система газоочистки фабрики згрудкування ГЗК. Вони також можуть переноситись повітряним потоком з промислових агрегатів металургійних заводів, тепло-електростанцій та інших підприємств.

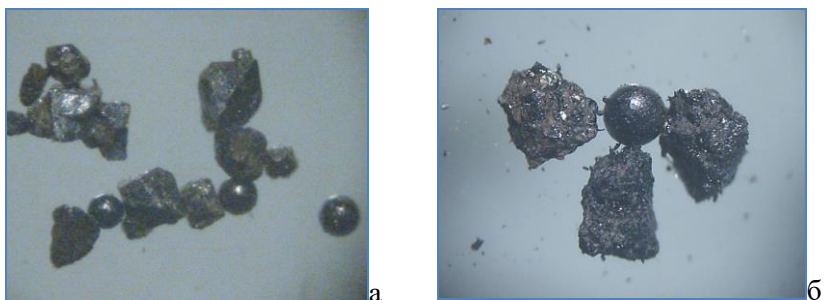


Рис. 2.3. Магнетит у вигляді природних октаедричних кристалів, лусок мушкетовіту і техногенних куль (а); техногенна магнітна куля з часточками магнетитового кварциту (б). Магнітна фракція донного осаду. Місце відбору проб – б. Петриківська. Бінокуляр. Збільшення: а - 75^x; б – 150^x.

Вказані часточки промислового походження віднесені до *техногенних компонентів* сучасного донного осаду за [5, 7]. Вони потрапляють повітряним і водним шляхом до водойми як з виробничих майданчиків промислових підприємств, так і з прилеглих житлових масивів міст і сіл.

Мікроскопічними методами в донних осадах балок і річок встановлено постійна присутність соляних відкладів: карбонатів, сульфатів, галогенів тощо у вигляді друзочок, щіток, вицвітів. В деяких водотоках солі складають до 80% проби донного осаду. Вони пов'язані з процесами осадження розчинених у технологічній воді хвостосховищ і шламсховищ сполук. Потужним джерелом солей являються також відвали осадкових порід гірничодобувних комбінатів. Солі розчиняються у дощовій воді та виносяться потічками до балок, де в результаті зміни гідрохімічного стану середовища осаджуються на поверхні мінеральних і органічних часточок. Утворені в умовах техногенезу сполуки, що зазнали перетворення в сучасному геологічному середовищі і стали його природними складовими, віднесені за [4, 7, 19, 63] до *відновлених техногенних компонентів донного осаду* (додаток. 13).

Таким чином у донному осаді поверхневих водойм промислово навантажених територій присутні різні за мінеральним і хімічним складом та походженням наступні компоненти.

1. *Природні* мінерали, гірські породи і руди. Вони потрапили до осаду з природних відслонень гірських порід і руд та мають ознаки вивітрювання (окислення, дезінтеграція, вторинні зміни тощо). У Північному Криворіжжі до них відносяться: гематитові і гетитові кварцити, каолінізовані сланці, жильний та метаморфічний кварц,

друзи гіпсу з четвертинних суглинків та ін. В дану групу входять також сучасні органічні рештки – рослинні і тваринні у вигляді стулок молюсків, обвугленої деревини тощо.

2. *Перетворені природні* мінерали, гірські породи і руди (видобуті з надр, транспортовані, подрібнені, збагачені, змінені термічними процесами, або використані у виробництві будівельних матеріалів). Вони представлені часточками залізорудного концентрату, відходів збагачення, незміненими у корі вивітрювання сульфідами, лужними силкатами, а також часточками бетону і інших будівельних матеріалів. За вмістом мікроелементів, фізико-механічними і хімічними властивостями вони відрізняються від природних аналогів, змінених в умовах тривалого вивітрювання [65, 68].

3. *Техногенні (неорганічні і органічні)* компоненти: чорні і кольорові метали і вироби з них, складені оксидами заліза магнітні кульки, різноманітне скло, пластик, поліетилен тощо. Потрапляють до осаду з територій промислових підприємств і населених пунктів.

4. *Відновлені техногенні* компоненти: кірки гіпергенного гетиту і інших гідроксидів на поверхні металевих часточок, продукти розчинення у дощовій воді мінералів відвальних порід і знову осаджених у вигляді солей (карбонатів, сульфатів, галогенідів та ін.).

Вказані компоненти донного осаду, крім природних, не характерні для природного стану навколишнього середовища і в різній мірі шкідливі для людини. На обстеженій території встановлено суттєве забруднення продуктами діяльності фабрик ГЗК (залізорудний концентрат, хвости збагачення), магнітні кульки з димових викидів в атмосферу. З території автотранспортних підприємств розповсюджується бітум, скло, електротехнічний графіт, а з відвалів і хвостосховищ - водорозчинних солей.

Потужним джерелом забруднення довкілля побутовими відходами є територія міських мікрорайонів і сільських населених пунктів. Зафіксовано значне надходження з них різних металів, скла, пластику, поліетилену, будівельних матеріалів.

До басейну р. Інгулець надходять переважно водорозчинні солі з відвалів розкривних порід. Тоді як до басейну р. Саксагань надходять втрати залізорудного концентрату з вмістом сірки, фосфору, лугів, кольорових металів тощо, хвостів збагачення, будівельних матеріалів, скла, металевих часточок, пластику, поліетилену і нафтопродуктів. В найбільшій мірі комплексне забруднення промисловими і побутовими відходами шкодить штучним водоймам у балках Північна Червона, Грядкувата, Приворотна, с. Чабанове та р. Саксагань.

2.6. Прогноз витрат на моніторинг у постліквідаційний період

Тут ми повторюємо розділ із попередньої монографії [30] з додаванням частини, яка стосується залежності кількості та якості запасів від включення постліквідаційних витрат до техніко-економічних розрахунків.

Необхідність оцінки ступеню екологічного навантаження, що становить ризик для території є одним із пріоритетних напрямків діяльності по завершенню гірничодобувних робіт на родовищі. Беручи до уваги, що її результати тісно пов'язані із обсягами та напрямками подальшої компенсаційної діяльності, прогноз витрат на екологічно-спрямоване освоєння порушених ліцензійних площ у гірничодобувних регіонах є актуальним. І як доводить словацький досвід, завчасне прогнозування необхідних інвестиційних вливань у даного роду контроль значно спрощує подальше проведення робіт та збільшує імовірність упередження виникнення екологічних небезпек. Створений прогноз щодо витрат на моніторинг ліцензійних площ Валявкинського родовища (кар'єр №3) та кар'єру «Південний» Кривбасу по завершенню їх фактичного життєвого циклу базується на використанні середньозваженої вартості моніторингу, що проводиться інвесторами на досліджуваних словацьких об'єктах: родовищі Мано-Габрієля-Кобельярово_(Залізородна площа Нижньої Слани) та Руднянському рудному полі [61].

Розрахунок означеної величини включає різні обсяги витрат на перший рік моніторингу, що є найбільш повним та всеохоплюючим, через необхідність якомога більш точної оцінки стану НС після припинення гірничих робіт, та другий із усіма наступними роками, на кожен з яких виділяється близько 82% від суми, що витрачається на перший рік.

У розгорнутому (загальному) вигляді, використаний автором вираз для визначення середньозваженої вартості моніторингу має наступний вигляд:

$$\bar{V} = \frac{(V_{N.S.} \times S_{N.S.}) + (V_{Rudn.} \times S_{Rudn.})}{S_{N.S.} + S_{Rudn.}} \quad (2.1)$$

Де: \bar{V} – є середньозваженою вартістю; $V_{N.S.}$ – об'єм інвестиційних вкладень у моніторинг на залізородній площі Нижньої Слани, €; $S_{N.S.}$ – ліцензійна площа родовища Мано-Габрієля-Кобельярово (Залізо-

рудна площа Нижньої Слани), км²; V_{Rudn} – об’єм інвестиційних вкладень у моніторинг Руднянського рудного поля, €; S_{Rudn} – ліцензійна площа Руднянського рудного поля, км².

Отримані результати підрахунку наведені в таблиці 2.3 і представлені в еквівалентах міжнародної та вітчизняної валюти.

Таблиця 2.3.

Результати підрахунку середньозваженої вартості моніторингу

Середньозважена вартість моніторингу			
Перший рік після завершення гірничодобувних робіт та консервації чи ліквідації родовища		Другий та кожен наступний рік після завершення гірничодобувних робіт та консервації чи ліквідації родовища	
€/км ²	грн. /км ²	€/км ²	грн. /км ²
12 356,43	394 046,55	10 117,11	322 634,64

Безпосередній прогноз для вітчизняних об’єктів виконаний через підрахунок інтерпольованих значень витрат на моніторинг, використовуючи середньозважені вартості із врахуванням відсоткової різниці вкладень у той чи інший рік:

$$B_{iim} = \bar{V} \times S_{поруш.} \quad (2.2)$$

B_{iim} – інтерпольоване значення витрат на моніторинг площ вітчизняних родовищ; \bar{V} – середньозважена вартість; $S_{поруш.}$ – площі порушені гірничими роботами та відвалами Валявкинського родовища (кар’єр №3) та Південний кар’єр.

Окрім прогнозних вартостей на кожен рік моніторингу, було визначене й сумарне інтерпольоване значення витрат на п’ять років моніторингу порушених площ кожного з родовищ:

$$B_{iim} = \sum_{i=1}^5 B_{iim} \quad (2.3)$$

Результати проведених розрахунків представлені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Результати підрахунку інтерпольованого значення витрат на моніторинг площ Валявкинського родовища (кар'єр №3) та кар'єру Південний

Об'єкт	Інтерпольоване значення витрат на моніторинг площ					
	На перший рік моніторингу		На другий та кожен наступний рік моніторингу		Сумарне значення витрат на п'ять років моніторингу	
	€	грн.	€	грн.	€	грн.
Валявкинське родовище	59 187,3	1 887 483	48 461	1 545 421,29	253 031,3	8 069 168,16
Кар'єр «Південний»	38 675,63	1 233 365,84	31 666,55	1 009 846,28	165 341,83	5 272 750,96

У загальних кошторисах на проведення усіх рекультиваційних робіт та пост ліквідаційних досліджень екологічного спрямування, історично відводиться від 10 до 15% на моніторинг стану навколишнього середовища у межах площ, які зазнавали безпосереднього впливу від видобутку корисної копалини. Даний відсоток не є фіксованим, оскільки залежить від ряду факторів, таких, як: розміри площі, тривалість та інтенсивність негативного впливу родовища на прилеглі території, паралельна активність з порушення та відновлення складових навколишнього середовища, добросовісність користувачів надр та ін. Ілюстративним прикладом пропорційного співвідношення розмірів родовищ та витрат на контроль за станом прилягаючих до нього територій є порівняння сумарних прогнозних витрат на п'ять років моніторингу на криворізьких об'єктах та сумах, що були витрачені за цей же період на словацьких, де більш суттєві суми фіксуються саме на вітчизняних об'єктах (табл. 2.5).

Таблиця 2.5.

Порівняльні витрати на моніторинг криворізьких та словацьких об'єктів

	Валявкинське родовище	Південний кар'єр	Залізорудна площа Нижньої Слани	Руднянське рудне поле
Площа, км ²	4,79	3,13	3,66	8
€				
Витрати на перший рік моніторингу	59 187,3	38 675,63	14 010	11 600
Витрати на другий та наступні роки моніторингу	48 461	31 666,55	11 466	9 500
Сумарні витрати на п'ятирічний моніторинг	253 031,3	165 341,83	59 875	49 600

За відсутності чітко фіксованих у звітах передбачуваних екологічних витрат, можливе створення прогнозного загального кошторису, використавши умовний показник в 11% (відсоток обумовлений середніми розмірами родовищ відносно інших криворізьких об'єктів), що буде відводитися на проведення п'ятирічного моніторингу у переліку усіх рекультиваційних робіт та пост ліквідаційних досліджень на Валявкинському родовищі (кар'єрі №3) та кар'єрі «Південний». Таким чином вираховується орієнтовна (можлива) сума усіх екологічних витрат (табл. 2.6), що необхідна для повернення прилеглим, до досліджуваних родовищ, територіям первозданного вигляду.

Таблиця 2.6.

Орієнтовні (можливі) кошториси загальних екологічних витрат на
Валявкинському родовищі (кар'єр №3) та Південному кар'єрі

	Валявкинське родовище		Південний кар'єр	
	€	грн.	€	грн.
Прогнозні загальні екологічні витрати	2 300 284,54	73 402 079,67	1 503 107,54	47 964 161,60

Враховуючи факт реалізації більшої частини екологічно спрямованих заходів на досліджуваних родовищах паралельно до гірничодобувних робіт, фінальні суми компенсаційної діяльності по завершенню, консервації чи ліквідації родовищ можуть бути змінені в бік зменшення.

Робота із зазначеними сумами має кілька шляхів. *Перший* – запропонований у роботах попередніх дослідників [57], передбачає їх накопичення під час експлуатації родовища за рахунок прибутків від продажу сировини. Даний процес супроводжується відкриттям спеціального рахунку підприємства, із заборонаю витрачання накопичених засобів до початку ліквідації родовища. Накопичена сума має бути дисконтована на увесь період розробки родовища і відповідати реальним майбутнім витратам на екологічну реабілітацію території.

Проте, за результатами статистичного аналізу даних досліджуваних криворізьких родовищ та прогнозування екологічних витрат, що матимуть місце по завершенню їх видобувної активності можливо зробити висновок, щодо доцільності проведення на гірничодобувних об'єктах активних робіт паралельної спрямованості відносно видобутку корисної копалини та рекультивативної діяльності.

Даний підхід (рис. 2.4) дає можливість суттєво зменшувати об'єми капіталовкладень у пост ліквідаційний період родовищ, коли видобуток уже припинено, але є необхідність нівелювання усіх завданих навколишньому середовищу збитків. Так, за умови реалізації хоча б 65-70 % робіт, вартість яких фіксується у кошторисі екологічних витрат на родовищі, по завершенню гірничодобувної активності необхідні об'єми капіталовкладень будуть суттєво нижчі

тих, що матимуть місце на родовищах, де активне інвестування у екологічну складову мало місце в основному на етапі виснаження надр.

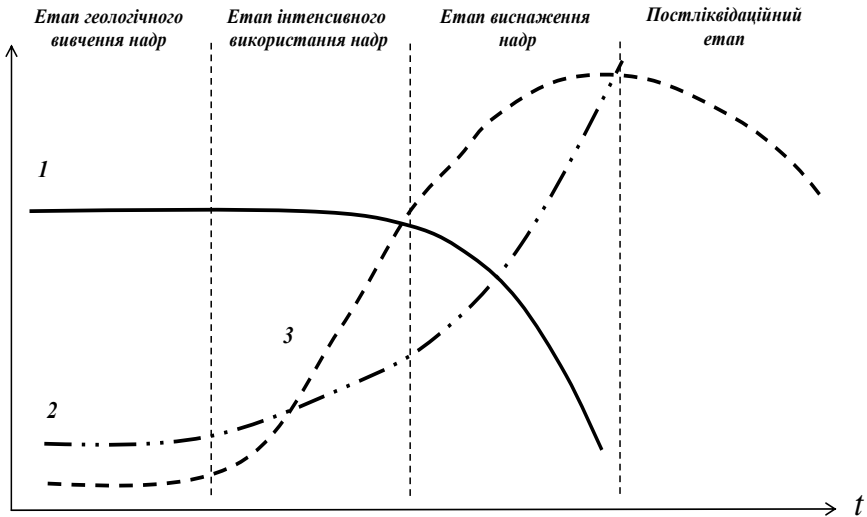


Рис. 2.4. Характерні зміни геологічних та еколого-економічних показників на родовищах за умови паралельної добувної та рекультиваційної діяльності [61]

1 – складність гірничотехнічних умов; 2 – поточні витрати; 3 – інвестування екологічної складової.

Окрім того, проведення означених робіт з початку першої третини етапу інтенсивного використання надр, так чи інакше, сприяє сповільненню ускладнення гірничотехнічних умов, які формально виражаються у змінах не лише глибини відпрацювання родовищ, але і фізико-механічних властивостей самого масиву.

Тож *другим*, більш доцільним, можливим шляхом є – негайне використання певного відсотку тої частки, що формує постліквідаційний фонд з метою сповільнення процесу ускладнення гірничотехнічних умов. Й обрані криворізькі об'єкти є достатньо ілюстративним підтвердженням висловленої думки. Оскільки за проведеною раніше оцінкою, кар'єр «Південний», віднесений до етапу виснаження надр, може слугувати прикладом ситуації коли активні роботи з відновлення навколишнього середовища почалися лише з переходом родовища на означену стадію. На сьогоднішній день, це є однією з причин періодичних змін надрокористувачів, оскільки можливих суттєвих приростів запасів на об'єкті не

передбачується, а необхідність інвестування у екологічну складову стає все більш актуальною.

В свою чергу, не зважаючи на те, що запуск на Валявкинському родовищі (кар'єр №3) паралельної екологічної діяльності почався 17 років назад й нині вимагає суттєвих та регулярних додаткових капіталовкладень, це дає можливість максимального нівелювання усіх негативних впливів на навколишнє середовище та зведення усієї пост ліквідаційної діяльності через прогнози 24 роки до 5-річного моніторингу, наведений прогнозний кошторис якого не матиме відчутного впливу на фінальну суму прибутків з видобутку та реалізації корисної копалини.

Таким чином, за отриманими результатами, узятий за основу алгоритм дій, що мав місце на словацьких сидеритових родовищах, був визнаний доцільним до використання для прогнозування попутних та постліквідаційних екологічних заходів та витрат на українських залізрудних родовищах, що знаходяться на стадії інтенсивного використання та виснаження, зокрема на досліджуваних об'єктах.

Визначення залежності кількості та якості запасів від включення постліквідаційних витрат до техніко-економічних розрахунків. На етапі інтенсивного використання і виснаження родовищ, на якому знаходиться Кривбас, немаловажливим фактором також є пристосування нормативно-правової бази діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу до нових умов. З одного боку, зміни у цій базі мають забезпечувати вірну геолого-економічну оцінку родовищ з максимальним врахуванням технічних і технологічних факторів їх експлуатації, геолого-екологічних ризиків, планування поточних екологічних витрат та передбачення наслідків їх розробки і відповідних компенсаційних витрат. З іншого боку, вони мають спонукати до накопичення фінансових ресурсів на ліквідацію родовищ і екологічну реабілітацію територій. Тобто, метою цих змін має бути, по можливості, максимальна мінімізація впливу діяльності підприємства на довкілля під час його роботи і створення комфортних умов для життя людини й існування флори і фауни в природно-техногенному середовищі після його ліквідації [29]. З цієї причини, пошук шляхів забезпечення надрокористувачів найбільш якісною сировиною, а навколишнє середовище якомога меншими впливами від гірничодобувної діяльності є дуже актуальним, особливо в умовах таких гірничих районів, як Кривий Ріг.

Одним з таких шляхів може стати врахування залежності кількості та якості запасів від включення постліквідаційних витрат до техніко-економічних розрахунків. І як основний параметр у дослідженні доцільно використати мінімальний промисловий вміст корисного компоненту, як параметр кондицій, що застосовується з метою підрахунку балансових запасів.

За своєю суттю, *мінімальний промисловий вміст корисного компоненту* (C_{\min}) є вмістом корисного компоненту, який забезпечує рівність витрат на видобуток корисної копалини і переробку товарної продукції та цінності корисного компоненту, який при цьому вилучається. Цей показник визначає рівень безбиткового видобутку та переробки і при цьому забезпечує найбільш тісний зв'язок гірничо-геологічних, технічних, технологічних і економічних характеристик родовища. І у стандартному випадку дана величина визначається наступним чином:

$$C_{\min} = \frac{Z \times a}{C_{\text{руди}} \times (1 - p) \times K_{\text{вил}}} \times 100\% \quad (2.4)$$

C_{\min} – мінімальний промисловий вміст корисного компоненту; Z – собівартість; a – вміст корисного компоненту в товарній продукції; $C_{\text{руди}}$ – ціна товарної продукції; p – коефіцієнт розубожування (збіднення); $K_{\text{вил}}$ – коефіцієнт вилучення.

Структура ж собівартості, в свою чергу обов'язково включає амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{K_t}{T_{\text{експл}}} \quad (2.5)$$

A – амортизація; K_t – капіталовкладення у постліквідаційні роботи та дослідження; $T_{\text{експл}}$ – експлуатаційні витрати.

В якості об'єкту для розрахунків був обраний кар'єр «Південний», для якого раніше був створений загальний прогнозний кошторис на проведення усіх постліквідаційних робіт та досліджень. Мінімальний промисловий вміст $Fe_{\text{заг}}$ було розраховано для двох варіантів вихідних даних:

- 1) за прогнозними показниками останньої геолого-економічної оцінки запасів багатих залізних руд 2013 року - C_{\min} ;
- 2) за прогнозними показниками із врахуванням додаткових капіталовкладень в постліквідаційні дослідження C_{\min} відкориг;

За проведеними, по фактичним, зазначеним у звітах гірничодобувних підприємств, даним (табл. 2.7), розрахунками, величина мінімального промислового вмісту корисного компоненту

сягає 46%. І при встановленій ціні, об'єми запасів руд повторної розробки будуть відповідати тим, що наведені у звітах при розрахунку цієї величини із використанням бортового вмісту $Fe_{заг}=46\%$ (табл. 2.8).

Таблиця 2.7.

Фактичні величини параметрів для розрахунку мінімального промислового вмісту корисного компоненту

Собівартість	Ціна руди	Вміст корисного компоненту $Fe_{заг}$	Коефіцієнт вилучення	Коефіцієнт розубожування
Z	$C_{руди}$	a	$K_{вил}$	p
72,41 грн/т	89 грн.	51,47%	0,945	0,95

Таблиця 2.8.

Розрахунок об'єму запасів руд повторної розробки при бортовому та мінімальному промислового вмістах $Fe_{заг}=46\%$

Номер блоку	Запаси блоку, тис.т	Вміст $Fe_{заг}$, %
Категорія C_1		
1/III-5з	913,5	49,04
2/III-5з	1199,6	49,16
3/III-5з	788,0	50,09
4/III-5з	255,9	50,40
Усього по категорії C_1	3157,0	49,46
Категорія C_2		
5/III-5з	22,0	51,72
6/III-5з	160,0	49,06
7/III-5з	547,6	49,01
8/III-5з	140,7	48,44
9/III-5з	10,1	50,35
Усього по категорії C_2	880,4	49,99
Усього по родовищу:	4035,4	49,38

Врахування при визначенні мінімального промислового вмісту корисного компоненту, розрахованих раніше витрат на постліквідаційні роботи та дослідження обумовлює певні зміни його величини. Перш за все амортизаційні відрахування для кар'єру «Південний» на планові 14 років його можливої активності будуть становити 107364,8243 €/рік або ж 3 426 011,543 грн/рік. Тобто відкоригована собівартість буде формуватися за рахунок прийняття до уваги, як цієї величини, так і введення інших, таких як: річна

собівартість та річна продуктивність по видобутку (табл. 2.9) і в кінцевому результаті C_{\min} відкориг зростає до 51,42% (табл. 2.10).

Таблиця 2.9.

Величини параметрів для розрахунку відкоригованої величини собівартості із врахуванням витрат на постліквідаційні роботи та дослідження

Річна собівартість	Собівартість із врахуванням встановлених амортизаційних відрахувань	Річна продуктивність по видобутку	Відкоригована собівартість
$Z_{\text{річна}}$	$Z + A = \text{Річ.собів} + \frac{A}{1000}$	$\text{Пр}_{\text{річна}}$	$\frac{Z + A}{\text{Пр}_{\text{річна}}}$
28509 тис. грн	31935,01154 грн./р.	400 тис т/рік	79,84 грн/т

Таблиця 2.10.

Величини параметрів для розрахунку мінімального промислового вмісту корисного компоненту собівартості із врахуванням відкоригованої величини собівартості

Відкоригована собівартість	Ціна руди	Вміст корисного компоненту $\text{Fe}_{\text{заг}}$	Коефіцієнт вилучення	Коефіцієнт розубожування
Z	$C_{\text{руди}}$	a	$K_{\text{вил}}$	p
79,84 грн/т	89 грн.	51,47%	0,945	0,95

Як впливає із проведених розрахунків, нарощування витрат на постліквідаційні роботи та дослідження певною мірою спричиняє зростання собівартості і, відповідно мінімального промислового вмісту корисного компоненту. Ще одним фактором, який може вплинути на досліджувану величину (C_{\min}) стала ціна руди, що є достатньо динамічною величиною. За її певної величини, до прикладу 500грн. – суттєвих змін не відбувається і зазначений параметр не буде впливати на підрахунок запасів. Проте якщо ціна буде падати ефект буде зворотнім.

Так, маючи ціну руди, можливим є встановлення згаданої різниці, шляхом перевірки даних по блоках, використавши один із запропонованих гірничодобувними підприємствами розрахунків об'єму запасів руд повторної розробки із найвищими, з прогнозованих варіантів, вмістами $\text{Fe}_{\text{заг}}$ (розрахунок був виконаний із врахуванням бортового

вмісту $Fe_{заг}=50,6\%$). За умови використання відкоригованого мінімального промислового вмісту корисного компоненту (51,42%) два блоки із дев'яти можуть бути відбраковані, внаслідок менших, за встановлену планку значень. Як результат із підрахованих запасів випадає 353,6 тис.т., але якість запасів дещо збільшується (табл.2.11).

Таблиця 2.11.

Зміни обсягів запасів руд повторної розробки при використанні відкоригованого мінімального промислового вмісту корисного компоненту (C_{\min} відкориг)

№ блоку	Запаси блоку, тис.т.	Вміст $Fe_{заг}$, %	Запаси блоку, тис.т.	Вміст $Fe_{заг}$, %
Розрахунок об'єму запасів руд повторної розробки при бортовому вмісті $Fe_{заг}=50,6\%$			Розрахунок об'єму запасів руд повторної розробки із врахуванням відкоригованого $C_{\min}=51,42\%$	
Категорія C_1				
1	347,6	51,31	-----	-----
2	345,4	52,89	345,4	52,89
3	196,4	54,03	196,4	54,03
4	115,1	53,06	115,1	53,06
Усього по C_1	1004,5	52,58	656,9	53,26
Категорія C_2				
5	22,0	51,72	22,0	51,72
6	51,8	52,26	51,8	52,26
7	121,8	51,83	121,8	51,83
8	59,8	51,99	59,8	51,99
9	6,0	51,40	-----	-----
Усього по C_2	261,4	51,93	255,4	51,95
Усього по родовищу:	1265,9	52,45	912,3	52,89

Проведений аналіз двох варіантів визначення балансових запасів, один з яких включав розраховані у першій частині розділу постліквідаційні витрати, доводить реальність запропонованого шляху забезпечення користувачів надр більш якісною сировиною, а навколишнього середовища – меншими впливами від гірничодобувної діяльності.

Глава 3.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА СТАЛІЙ РОЗВИТОК ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ

3.1. Головні чинники екологічного навантаження на біоту і людину в Україні

Статистичний аналіз головних чинників впливу. Раніше нами було проаналізовано досить обмежений набір статистичних даних за 1999–2001 роки по областях України, що відносилися до видобутку мінеральної сировини, рівня водонавантаження, розвитку промисловості, викидів шкідливих речовин у повітря, скидів забруднених вод, розораності територій, їх лісистості, щільності населення, індексу розмаїття рослинності суші [52]. За цими даними були проведено порівняння дитячої смертності та смертності населення від загальних причин смерті (рис.3.1). Під час цих досліджень були зроблені висновки, що перша пов'язана з промисловими викидами в повітря, скидами забруднених вод і щільністю населення (що в свою чергу, пов'язано з видобутком мінеральної сировини і розвитком промисловості), а друга – з розораністю територій (веденням сільського господарства). Не зважаючи на неоднозначність цих висновків, вони заслуговують на увагу.

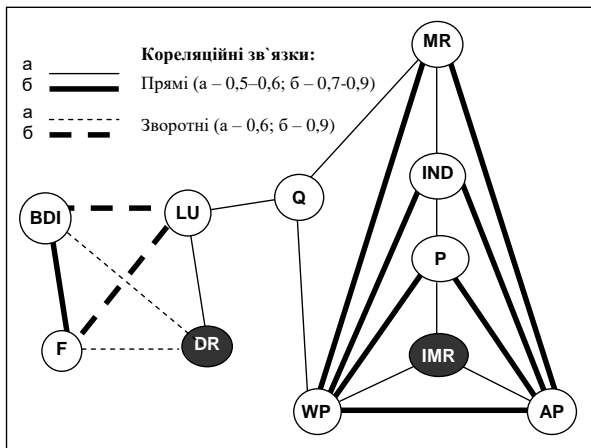


Рис. 3.1. Кореляційні зв'язки показників смертності населення з чинниками антропогенного впливу і різноманітням рослинності суші (позначення чинників антропогенного впливу далі у тексті) [52].

Трохи пізніше у монографії [25] намі були наведені результати більш детальних досліджень, які ми в скороченому вигляді повторюємо.

Є певні принципи статистичного порівняння показників здоров'я населення з чинниками, які на нього впливають. Треба пам'ятати що: 1 – не можна порівнювати чинники пізніх періодів з показниками здоров'я більш ранніх періодів; 2 – для різних чинників існує певний період (лаг) між часом його прояву у довкіллі й часом його прояву у показниках впливу на здоров'я населення. Крім того, існують так звані «сталі чинники», співвідношення яких між різними адміністративними областями не дуже змінювались за тривалий проміжок часу. До них належать зосередженість промисловості, видобуток корисних копалин, лісистість і розораність територій, навіть викиди у повітря і скиди в водне середовище, які є похідними від зосередженості промисловості. Такий показник як дитяча смертність, визначається значною мірою здоров'ям батьків, яке, якщо не враховувати генетичну спадковість, залежить від умов всього їх життя.

Всі характеристики були об'єднані в загальну матрицю після певних перетворень даних для коректного співставлення показників.

Перелік статистичних параметрів, що були включені до вихідної матриці для статистичних розрахунків, наступний:

Природні, природно-техногенні та техногенні показники:

1. **F** – Лісистість території, %;
2. **BDI** – Індекс розмаїття рослинності суші (Ю.Р.Шеляг-Сосонко, М.М.Коржнев, 2003);
3. **IAP** – Індекс самоочищення території [115];
4. **UF** - Підтоплення, км²/тис.км²;
5. **LS** – Зсуви, км²/тис.км²;
6. **K** – Карст, км²/тис.км²;
7. **IND** – Індекс територіального розвитку промисловості [115];
8. **MR** – Рівень видобутку мінерально-сировинних ресурсів, т/км²рік;
9. **Q** – Рівень водонавантаження (відношення водоспоживання до сумарних запасів поверхневих та підземних вод);
10. **WP** – Скиди забруднених вод в млн.м³;
11. **AP** – Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря, тис.т/км²;
12. **Lu** – Розораність території, %;
13. **PK** – Внесення пестицидів, кг/га в рік;

14. **MF** – Внесення мінеральні добрив, кг/га в рік.

Соціальні чинники та показники здоров'я населення:

15. **P** – Щільність населення на 1 км²;

16. **ICW** – Населення віком, молодшим за працездатний;

17. **HCW** – Населення віком, старшим за працездатний;

18. **IMR** – Коефіцієнти дитячої смертності (померло дітей віком до одного року на 1000 народжених);

19. **DR** – Коефіцієнт смертності з основних причин смерті (на 100000 постійного населення);

20. **CA** – Вроджені аномалії, тис. випадків;

21. **SB** – Хвороби органів дихання, тис. випадків;

22. **SBC** - Хвороби органів кровообігу, тис. випадків;

23. **MN** – Злоякісні новоутворення, тис. випадків;

24. **SD** – Хвороби органів травлення, тис. випадків;

25. **ID** – Інфекційні захворювання, тис. випадків.

На кореляційній діаграмі (рис. 3.2) було виділено три групи чинників, в межах яких вони пов'язані прямими кореляційними зв'язками.

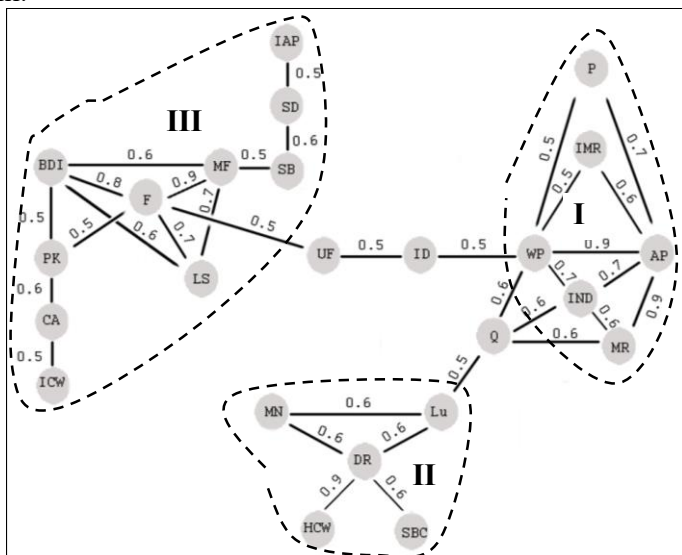


Рис. 3.2. Прямі кореляційні зв'язки ($r > 0.5$) природних, природно-техногенних і техногенних характеристик та показників здоров'я населення за територіями адміністративних областей України (групи показників виділені за даними факторного аналізу) [25].

Перша група відома з попередніх досліджень і є стабільною. До неї входять показники, пов'язані з розвитком промисловості – індекс розвитку промисловості, рівень видобутку мінеральної сировини, щільність населення, рівень водонавантаження, скиди забруднених вод, викиди шкідливих речовин у повітря. З двома останніми показниками пов'язана дитяча смертність. Тут все зрозуміло з точки зору інтерпретації даних. Зосередження промисловості в Україні пов'язане з місцями видобутку корисних копалин, де спостерігається велика скупченість населення, а забруднення води і повітря промисловими скидами і викидами у повітря разом з соціальними проблемами промислових районів, приводить до зниження рівня здоров'я населення і, як наслідок, до підвищеної дитячої смертності. Ця група показників досить стала, її загальна конфігурація і зв'язки часто не залежать від використання даних за різні роки.

Друга група чинників характеризує сільськогосподарську діяльність. Основним чинником тут є розораність територій. З ним прямими кореляційними зв'язками пов'язаний такий показник здоров'я населення як смертність від загальних причин смерті, а з нею – показник дорослого населення, онкологічні захворювання і хвороби кровообігу. В сільськогосподарських регіонах, що характеризуються великою розораністю територій переважає населення віком старшим за працездатний, серед якого природно спостерігається підвищена смертність, а серед причин цієї смертності головними є онкологічні захворювання і хвороби кровообігу. Говорити на основі наявних даних про якісь техногенні чинники впливу на здоров'я населення не можна, якщо не вважати таким чинником саму розораність територій.

Третя група чинників пов'язана з регіонами підвищеної лісистості. А це, як відомо, - гірські райони Криму, Карпат та Полісся України. Ліси є за визначенням біологів «каркасом біорозмаїття» і характеризуються найбільш високим індексом розмаїття рослинності суші. Крім того, з вирубкою лісів в Карпатах пов'язують активізацію таких катастрофічних явищ як повені, підтоплення, зсуви. Все це можна побачити по характеру кореляційних зв'язків в цій групі чинників. Полісся України характеризується переважанням бідних на гумус, переважно дерново-підзолистих ґрунтів (біля 55 % території) на відміну від ґрунтів лісостепу і степу, де переважають чорноземи. Для ефективного використання в сільськогосподарському виробництві такі ґрунти потребують внесення мінеральних добрив і застосування пестицидів. Саме з інтенсивним використанням мінеральних добрив у 1985-1990 роках пов'язані підвищена кількість

хвороб органів дихання і органів травлення, а з застосуванням пестицидів – вроджених аномалій у цій зоні. Причому останні корелюються з кількістю дитячого населення. Цікаво, що хвороби органів травлення корелюються з індексом самоочищення територій.

Питання, чому з індексом самоочищення територій корелюються певні хвороби, потребує пояснення. На думку авторів, це можна пояснити тим, що самоочищення ґрунтів (в тому числі й від мінеральних добрив і пестицидів) йде за рахунок їх промивання атмосферними і ґрунтовими водами, які внаслідок цього забруднюються, що в свою чергу спричиняє забруднення джерел питного водопостачання і, як наслідок, інфекційні захворювання та хвороби органів травлення.

Простежується зв'язок чинників третьої групи з чинниками першої (промислової) групи через інфекційні хвороби. Вони з одного боку пов'язані зі скидами промисловості в водне середовище забруднених вод, а з іншого – з підтопленнями в лісових регіонах. Зв'язок цих захворювань з забрудненням джерел питного водопостачання пересічний і не викликає сумнівів.

Через водний чинник (водоувантаження) пов'язані між собою також перша (промислова) і друга (сільськогосподарська) групи чинників. Це пов'язано з підвищеним водоспоживанням як для потреб промисловості, так і для потреб сільського господарства, особливо у південних регіонах зрошувального землеробства.

Наведений аналіз статистичних даних щодо впливу природних і техногенних чинників на здоров'я населення України дозволяє зробити такі висновки:

1. Природний поділ території держави на лісову, лісостепову і степову зони обумовлює розповсюдженість у цих зонах різних типів ґрунтів, різну їх здатність для самоочищення, визначає різну ступень сільськогосподарського освоєння та кількісні показники застосування добрив і пестицидів, забруднення якими ґрунтів і підземних вод викликає хвороби органів дихання і травлення та уроджені аномалії.

2. Одним з основних факторів впливу на здоров'я населення на території країни є концентрація промисловості, пов'язана, в основному, з місцями масового видобутку і переробки корисних копалин. Концентрація населення, викиді у повітря і скиди в водне середовище забруднень створюють в таких місцях складні екологічні умови і відображаються у такому показникові здоров'я як дитяча смертність.

3. З водним фактором (підтопленнями, скидами забруднених вод, великим водонавантаженням) пов'язана підвищена кількість інфекційних хвороб.

4. Велика доля в структурі населення в сільськогосподарських регіонах населення похилого віку обумовлює тут підвищену смертність населення від загальних причин смерті, серед причин якої переважають онкологічні захворювання і хвороби кровообігу.

З цих висновків витікає, що головним чинником техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, біоту і людину в Україні є видобуток і переробка мінеральної сировини. Само вони обумовлюють найбільшу кількість екологічних ризиків та економічних збитків на території нашої держави.

Вплив видобутку і переробки корисних копалин на довкілля. Він досить детально розглядався у попередніх наших монографіях. Тут ми тільки наведемо головні висновки цього розгляду. Експлуатація родовищ корисних копалин практично неможлива без негативного впливу на довкілля. Передусім тому, що відбувається вилучення природних ресурсів з біосфери і залучення їх у економічну систему. В тій чи іншій мірі зміни відбуваються в усіх його складових: геологічному і водному середовищах, атмосферному повітрі, тваринному і рослинному світі [27]. Відбувається системне втручання, коли загрози (небезпека), яка виникає в одному середовищі реалізується в іншому. Аналіз наведених вище статистичних даних щодо впливу природних і техногенних чинників на здоров'я населення України дозволяє зробити висновок, що головним чинником техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, біоту і людину в Україні є саме видобуток і переробка мінеральної сировини.

Довготривале інтенсивне використання надр в Україні призвело до накопичення негативного впливу на навколишнє природне середовище і людину, що насамперед найбільш наглядно можна спостерігати в гірничодобувних районах України, де екологічна ситуація досягла критичної межі, що має прояв у різкому збільшенні надзвичайних геологічних ситуацій. Техногенні зміни геологічного середовища (ГС) призвели до порушення його наступних параметрів:

- геохімічних (ландшафтно-геохімічних);
- гідрогеологічних;
- інженерно-геологічних (екзо-геодинамічних);
- геофізичних (сейсмо-геофізичних);
- медико-геологічних.

Цілком очевидно, також, що сучасні техногенні зміни ГС порушують рівноважний стан його взаємодії з біосферою. Ця взаємодія має певну структуру, в яку включені чинники впливу і суміжні середовища – поверхнева гідросфера і атмосфера.

На території України геологічне середовище має два рівня техногенних змін його параметрів та їх впливу на стійкість біорізноманіття:

1) власні техногенні зміни за рахунок видобутку корисних копалин з вилученням значних обсягів мінеральних мас та деформаціями денної поверхні;

2) поверхнєве (приповерхнєве) накопичення повітряних викидів, твердих відходів, скидів в водне середовище, залишків нафтохімічних сполук і засобів хімізації земель з наступним забрудненням ландшафтів, поверхневих водоймищ та ін.

В цілому гірничодобувні об'єкти формують умови порушення ландшафтної суцільності практично усієї рівнинної частини території України.

Проблема забезпечення питною водою населення України. У дисертаційному дослідженні В.В. Яковлева [116] запропоноване нове рішення актуальної науково-прикладної проблеми забезпечення питною водою населення України на тривалу перспективу за рахунок залучення перспективних, у тому числі раніше незадіяних джерел природних підземних вод. Екологічна безпека питного водопостачання досягається шляхом раціонального використання, охорони і резервування ресурсів високоякісних питних вод. При подачі екологічно чистої артезіанської води, запаси якої збереглися на Україні, в централізовані водопроводи вона може бути вичерпана і забруднена протягом декількох десятиліть. Цим дослідником запропоноване і зроблено наступне:

1. Введено поняття «доіндустріальних вод» - вод, що сформовані у доіндустріальну епоху і не мають техногенного забруднення. Такі води з мінералізацією до 1,5 г/дм³ є стратегічним резервом питних вод України і знаходяться у Дніпровсько-Донецькій западині у виді статичних запасів у мінімальній кількості 810 км³.

2. На основі геоморфологічних, ландшафтно-геохімічних та геолого-літологічних особливостей у межах піщаних річкових терас виділені регіонально значимі осередки азональних прісних підземних вод гідрокарбонат-кальцієвого складу з показниками високої питної якості. Експертно оцінені динамічні ресурси цих вод, що становлять 1,9 млн. м³/добу, і являють собою перспективний ресурс для питного

водопостачання.

3. Розроблено напрямок вдосконалення нормативів якості питних вод, що ґрунтується на визначенні фізіологічно оптимального вмісту біофільних елементів і коефіцієнту змінення природного складу води.

4. Теоретично обґрунтований і запатентований метод опріснення ґрунтових вод шляхом збільшення їх живлення крізь штучні інфільтраційні піщані канали, що запропоновано створювати в зонах водовідбору.

5. Розроблено заходи для підвищення рівня екологічної безпеки населення у зв'язку з дефіцитом природних вод питної якості, що базуються на розділенні систем питного та іншого водопостачання, підвищення доступності населення до джерел якісних вод, збереженні їх запасів і обладнанні резервних джерел води на випадок надзвичайних ситуацій.

6. Розроблена схема районування України щодо заходів покращення питного водопостачання і забезпечення населення питною водою у надзвичайних ситуаціях.

3.2. Застосування географічних інформаційних систем (ГІС) у сфері екологічної безпеки

ГІС у вирішенні проблем екологічної безпеки. Використання геоінформаційних технологій відкриває для екологічної безпеки широке коло нових можливостей. Перспективи застосування ГІС зумовлені можливостями їх використання як середовища розгортання статичних та динамічних моделей, що ілюструють різноманітні природні та соціоекономічні процеси і функціональні зв'язки. Інтерактивні зміни параметрів моделей роблять можливими евристичні експерименти з моделями, вміння аналізувати та впорядковувати дані, робити на їх основі корисні висновки та приймати ефективні та відповідальні рішення [108].

Останнім часом в Україні опубліковано ряд праць, у яких висвітлені загальні аспекти геоінформаційних технологій. Все більше публікується робіт, у яких ГІС активно використовуються при вирішенні тієї чи іншої конкретної проблеми. Проблемам екологічної безпеки присвячені роботи О.М. Адаменка, В.П. Горбуліна, Л.Д. Грекова, С.О. Довгого, Є. А. Іванова, Г.Я. Кросовського, М.С. Мальованого, В.Б. Мокіна, Г.І. Рудька, О.М. Трофимчука, Є.О. Яковлева та ін.

Аналіз взаємного розміщення на земній поверхні об'єктів, поширення природних і техногенних явищ та процесів має винятково важливе значення для раціональної просторової організації природокористування і планування природоохоронної діяльності.

Традиційний картографічний аналіз і моделювання, попри значні можливості та здобутки, має ряд фундаментальних і технічних обмежень. Так, графічні обмеження щодо кількості та детальності інформації, поряд із складністю сумісного просторового аналізу різних карт є суттєвими перешкодами для дослідження просторових поєднань і зв'язків різних явищ та процесів. Статичність картографічних зображень робить неможливим динамічне просторове моделювання та інтерактивний аналіз інформації.

Найбільш важливою та революційною за своїми можливостями сферою застосування геоінформаційних технологій є геоінформаційне моделювання, яке зводиться до трансформації первинних даних з метою одержання нової інформації. Це може бути інформація про актуальний або майбутній стан геосистем (описове моделювання) або співвіднесення даних про властивості об'єктів та параметри процесів із суб'єктивно заданою цільовою функцією (оціночне моделювання), включаючи оцінку придатності території для тих чи інших видів господарської діяльності, характеру змін стану об'єктів та ходу процесів за різних сценаріїв техногенних впливів, ступеня екологічних ризиків тощо. Така інформація дозволяє вирішувати задачі нормування та оптимізації природокористування [5].

Вирішення зазначених завдань на сучасному науковому рівні передбачає широке використання кількісного моделювання та чітко визначених і теоретично обґрунтованих критеріїв. При цьому ГІС набагато розширили можливості традиційних картографічних методів, значно спростили та збільшили точність ряду картометричних операцій (вимірювання довжин ліній та площ ареалів, визначення крутизни схилів) і зробивши простими та доступними операції, які практично неможливо виконати старими картометричними методами (наприклад, кількісне моделювання руху наносів або забруднень по поверхні рельєфу).

Вирішення проблем екологічної безпеки може потребувати застосування статичних чи динамічних моделей. Перші дозволяють визначати невідомі властивості природних і природно-технічних систем на основі використання емпірично або теоретично визначених залежностей між цими властивостями та їх чинниками, просторовий розподіл яких є задокументованим у формі цифрових шарів.

Основними функціями, які реалізують статичні моделі в ГІС, є картографічна алгебра, статистичний та геостатистичний аналіз геопросторових даних. Так, визначення кількісних залежностей між врожайністю та її основними чинниками (характеристиками ґрунту, мікроклімату, особливостями агротехніки тощо) дозволяє спрогнозувати значення врожайності в тому чи іншому місці та визначити оптимальну просторову структуру угідь, агротехніку, норми внесення добрив. Сучасні кількісні моделі ерозійних процесів (наприклад, модель RUSLE) дозволяють одержати детальні карти розподілу інтенсивності змиву, використовуючи значення головних чинників ерозії, пов'язаних із властивостями різних геокомпонентів (клімату, рельєфу, ґрунту, рослинного і техногенного покриву), скомбіновані методом картографічної алгебри.

Варіюючи значення змінних моделі, можна визначити максимально ефективно використання землі із мінімальними втратами ґрунту, обґрунтувати доцільність застосування спеціальних ґрунтоохоронних заходів та ґрунтозахисних технологій [106]. Аналогічний підхід використовується при оптимізації розміщення промислових, транспортних, рекреаційних та інших об'єктів, особливо таких, що висувають специфічні вимоги до характеристик середовища або суттєво впливають на довкілля.

Геоінформаційне моделювання може використовуватись для визначення детального розподілу чинників, які використовуються «на вході» у вищезгаданих моделях прикладного та екологічного спрямування. Значна кількість різних за призначенням моделей використовує в якості індикатора морфометричні характеристики – крутизну та експозицію схилів, абсолютну висоту тощо. Основною формою представлення такої інформації у сучасних ГІС є цифрові моделі рельєфу (ЦМР), які можна одержати шляхом інтерполяції за певними алгоритмами оцифрованих шарів топографічних карт та планів [46]. Можливості ПС дозволяють швидко перетворити ЦМР у шари похідних морфометричних характеристик, обрахувати розподіл ряду гідрографічних параметрів (довжин ліній стоку, площ водозборів тощо).

ЦМР використовуються для визначення площ ймовірного затоплення під час паводків різного ступеня забезпеченості. За допомогою ЦМР та спеціальних формул можна обрахувати величину надходження на земну поверхню прямої сонячної радіації на будь-який момент часу або її інтегральне надходження на будь-який день, місяць чи інший період і скласти відповідну карту. М. Хатчінсон [132,

133] розробив методику інтерполяції даних метеостанцій та створення детальних і точних карт розподілу кількості опадів, використовуючи цифровий шар перевищень та зв'язок між висотою і кількістю опадів

Важливим джерелом точної та оперативної інформації є дані дистанційного зондування земної поверхні. Сучасні ГІС та спеціалізовані програмні пакети включають ряд функцій, які дозволяють ефективно використовувати ці дані для різних цілей. Однією з найбільш важливих з них є автоматизовані, керовані та некеровані класифікації зображень, які дають можливість швидко одержувати детальні карти землекористування та рослинного покриву (додаток 14). Застосування функцій картографічної алгебри до шарів мультиспектральних зображень дозволяє обраховувати вегетаційні індекси, які є кількісною мірою розвитку зеленої фітомаси. На основі цієї інформації картографують продуктивність фітоценозів, виявляють місця та визначають обсяги пошкодження лісових деревостанів й культурних рослин шкідниками та хворобами, визначають ступінь впливу забруднень на стан екосистем. Дуже перспективним є використання дистанційного знімання в оперативному моніторингу шкідливих та стихійних природних явищ і техногенних катастроф (додаток 15). Прикладами є визначення зон затоплення під час паводків [70], обсягів буреломів та вітровалів, моніторинг поширення нафтових плям при аваріях танкерів.

Дистанційне знімання є зручним способом поновлення та уточнення ряду тематичних карт. Другим засобом досягти цього є накладання та співставлення у середовищі ГІС різних за змістом, масштабом та актуальністю карт на ту ж саму територію тих або інших явищ.

Потужним методом геопросторового аналізу, який став практично здійснимим лише з появою ГІС є геостатистична інтерполяція (крігінг). Цей метод базується на математичному аналізі просторової варіації – визначенні та параметризації функції, яка пов'язує різницю між значеннями певної числової характеристики у різних пунктах із віддаллю між цими пунктами. Розширенням даного методу є кокрігінг, за допомогою якого враховують зв'язки між просторовим розподілом кількох характеристик [72, 105].

Великим є потенціал геоінформаційних технологій у гідрологічних та гідро екологічних дослідженнях. Так, накладаючи в середовищі ГІС шар розподілу інтенсивності змиву та шари басейнової та річкової мережі, можна оцінити величину надходження наносів у водойми та водотоки. Використання ЦМР та даних про пористість,

щільність та водопровідність відкладів дозволяє розрахувати поле швидкості руху ґрунтових вод та моделювати поширення забруднювачів з їх рухом.

Динамічні моделі відбивають розвиток процесів у часі і є, як правило, складнішими порівняно із статичними моделями. Стан системи в певний проміжок часу розглядається як функція її стану у попередній інтервал та чинників її динаміки. Так, модель WOFOST дозволяє передбачити врожайність культури із врахуванням динаміки таких чинників, як погодні умов, вміст у ґрунті вологи та поживних речовин, розвиток шкідників та бур'янів тощо протягом періоду вегетації. Такий підхід дозволяє спланувати у часі застосування агротехнічних прийомів, внесення добрив тощо. В системній екології поширені моделі динаміки популяцій, які базуються на диференціальних рівняннях, що відбивають внутрішньо та міжвидову конкуренцію. Ці моделі дозволяють спрогнозувати наслідки антропогенних втручань у структуру біоценозів, зокрема знищення видів або їх інтродукції.

Моделювання виносу, перенесення та відкладання речовини схилними і русловими потоками дозволяє досягнути закономірності розвитку та самоорганізації схилів, дренажної мережі, руслових систем та флювіальних ландшафтів у цілому [37]. Гідрравлічні моделі руху паводкової хвилі є корисними при проектуванні гідротехнічних споруд. Моделювання руху води та розчинених у ній солей сприяє раціональному проектуванню зрошувальних та осушувальних систем. У біоекології при аналізі динаміки структури деревостанів набув поширення метод гепаналізу, а при аналізі просторової динаміки біоценозів - метод коміркових автоматів. Менш розвинутим є моделювання динаміки ландшафтів як цілісних полікомпонентних систем; перешкодою для цього є великі відмінності у характерних часах різних геокомпонентів та пов'язаних з ними процесів.

Значне збільшення протягом останніх років обсягів досліджень із застосуванням геоінформаційних технологій не в останню чергу пов'язане із поширенням сучасних програмних пакетів ГІС, в яких потужні та різноманітні аналітичні функції поєднуються із зручним графічним інтерфейсом. Ще недавно комп'ютерне моделювання з метою вирішення теоретичних та прикладних проблем географії вимагало створення окремих вузькофункціональних програм для вирішення кожної конкретної задачі. Це потребувало великих затрат часу, глибокого володіння складним математичним апаратом та низькорівневими мовами програмування.

Іншим важливим напрямком досліджень з використанням геоінформаційних технологій було моделювання паводків у верхній частині долини Дністра.

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків, формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГІС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

Основою методики збору та систематизації інформації є обробка картографічного матеріалу шляхом векторизації. При складанні бази даних враховувались характерні особливості природних об'єктів та їх взаємодія. Ще однією методикою отримання інформації, що використовувалася нами при побудові моделей басейнової системи, було опрацювання даних дистанційного зондування Землі, яке дозволило скласти карту землекористування досліджуваного басейну. Враховуючи важливе значення даних дистанційного зондування для визначення ступеня антропогенного впливу на довкілля, нами були використані різночасові космоснімки таких джерел, як «СІС-2», LANDSAT.

Одним з напрямків геоінформаційних досліджень є еколого-ландшафтний аналіз гірничодобувних регіонів, суть якого полягає у ландшафтному вивченні екологічних проблем, пов'язаних з гірничопромисловим використанням територій, і якій спрямований на їх вирішення, що ґрунтується на теоретико-методичних положеннях ландшафтознавства, екологічної географії, ландшафтної екології, геоекології і здійснюється за відповідною програмою та методикою.

Просторове моделювання в ГІС змін параметрів річкових басейнів у Солотвинській гірничопромисловій агломерації. Шахтні поля Солотвинського солеруднику (Закарпатська область) розвинуті в межах зони виходу соляного штоку під пісчано-гравійно-глиністі відклади другої тераси р. Тиси [26]. Формування соляного штоку пов'язано з тектонічним порушенням вміщуючих порід, що при незначних розмірах соляного тіла (приблизно у зоні виходу 0,2×1,8 км) обумовлює його літологічну неоднорідність, наявність ділянок розуцілення та аргіліто-пісковікових включень, які є підґрунтям для активізації геофільтраційного руху розсолів та техногенних вод з

ризиком техногенної активізації галогенного (сольового) карсту. Техногенна активізація карсту у покривельній частині сольового штоку і у солепородному масиві після затоплення гірничих виробок є головним фактором ускладнення гірничо-геологічних і еколого-геологічних умов Солотвинського солеруднику, а також утворення великих об'ємів мінералізованих вод як екологічно небезпечних відходів виробництва. Гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови розкриття, розробки і консервації (ліквідації) гірничих виробок солевидобувних шахт Солотвинського солеруднику, за отриманими оцінками, є дуже складними внаслідок дії наступних чинників:

- значної еродованості поверхні соляного штоку і пов'язана з цим невитриманість глинистого прошарку («поллагу»), а також втрата гідроізолюваності соляного тіла від потоку прісних ґрунтових вод;
- підвищеної швидкості руху ґрунтових вод покривних порід в зв'язку зі значним нахилом поверхні (до 5°-10° і більше), яружно-балковим розчленуванням та збільшеними опадами 43 (середньо-багаторічна норма біля 0,85 м/рік; можливі підвищення до 1,0-1,2 м/рік з катастрофічними зливами);
- наявності пісковіково-аргілітових прошарків у соляному масиві, які послаблюють його стійкість відносно техногенного зволоження та водонасичення, прискорюючи фільтрацію вод на поверхні контактів з проявом процесів суфозії та пучення (розшарування); за попередніми оцінками в межах водозбору депресійної лійки гірничих виробок та карстових провалів Солотвинського солеруднику (12 км²) може утворюватися до 6-8 млн м³ /рік стічних солоних вод, які негативно впливають на водоекологічні параметри стоку транскордонної ріки Тиса.

Дані супутникової радіолокації поверхні Солотвинської гірничопромислової агломерації (2016 р., місяць ЄС) [140] надали можливість в умовах цього гірничодобувного регіону України виконати просторове моделювання в ГІС змін гідроекологічних параметрів річкових басейнів та прояву основних закономірностей переходу породного масиву у новий рівноважний стан.

Солотвинський рудник кам'яної солі, розташований у Тячівському районі Закарпатської області, якій є ділянкою правобережного водозбору транскордонної р. Тиси. У геоморфологічному плані Солотвинське родовище характеризується пагорбовим рельєфом з абсолютними відмітками 200-600 м.

Шахтні поля родовища розташовані в межах перших надзаплавних терас, що сприяє розвитку водоносних горизонтів і прояву повеневих

процесів, які ускладнюють гірничо-геологічні і еколого-геологічні умови вскриття, розробки і зняття шахт з експлуатації. Ріка Тиса та гідрологічно пов'язані з нею місцеві водотоки (потічки Извор, Глод, Млин) та захисні дренажні галереї створюють провідну дренажну систему для поверхневого і підземного стоку, якій в останні десятиріччя є суттєво уповільненим в межах зон впливу карстово-провальних лійок та ділянок осідань денної поверхні над гірничими виробками затоплених шахт.

Згідно оцінок більшості дослідників Солотвинське соляне родовище у структурно-геологічному плані наближається до діяпіру типу соляного штоку або куполу. До характерних особливостей цієї структури, які активно впливають на техногенні перетворення екологічного стану геологічного середовища (ГС) після зняття шахт з експлуатації є тектонічне подрібнення вміщуючих порід з їх підвертанням уверх і залягання глинистих порід на поверхні соляного тіла на контакті з пухкими водонасиченими осадовими породами. Глинисті відклади, які за умови розробки родовищ виконували функцію фільтраційного (захисного) бар'єру, більшість авторів відносять до залишкових продуктів фізичного і хімічного вивітрювання солей. За історичний період геологічного вивчення Солотвинського родовища було пробурено до 2000 свердловин, виконано великий комплекс геолого-зйомочних, геофізичних, геохімічних, інженерно-гідрологічних і інших досліджень [118]. Тим не менш, у процесі експлуатації були встановлені значні відмінності як геодинамічного (напружено-деформованого) стану окремих ділянок солепородного масиву, так і його просторово-часової стійкості за умови зняття шахт з експлуатації. Останнє, як показали сучасні дослідження, суттєво вплинуло на погіршення еколого-геологічних факторів безпеки життєдіяльності Солотвинської промислово-міської агломерації після зняття шахт з експлуатації і формування етапу пост-майнінгу (post-mining), для якого є характерним автореабілітаційне затоплення шахт під дією історичних граничних параметрів гідрогофільтраційної системи "вододіл- річне русло. При цьому відбувається суттєва зміна напружено-деформованого стану солепородного масиву та активний розвиток карстово-провальних форм і осідань денної поверхні [140].

На наш погляд, головним фактором ускладнення гірничо-геологічних і еколого-геологічних умов періоду зняття шахт з експлуатації на Солотвинському родовищі є невідповідність параметрів стійкості спрощеної структурно-геологічної моделі

солепородного масиву штокової структури комплексу ускладнюючих техногенних змін гідрогеологічних та геотехнічних умов, в першу чергу зростання зволоженості при розуцільненні, зменшенні міцності і активізація карстово-суфозійних процесів.

Динаміку активізації небезпечних процесів було досліджено за даними космічної зйомки, що розміщено ресурсом Wayback [129] (додаток 17). Wayback - це цифровий архів, який надає користувачам доступ до різних версій програми World Imagery, створених з часом. Кожен шар в архіві являє собою знімок всієї карти Світових зображень, як він існував на дату його опублікування. Наразі Wayback надає доступ до всіх опублікованих версій World Imagery, починаючи з 20 лютого 2014 року. Для кожної версії ArcGIS Online існує пункт ArcGIS Online, доступ до якого можна отримати безпосередньо з цього додатка або в групі Wayback Imagery.

Найбільш глибока шахта № 9 була побудована у 1975 р., та розташована у північній частині соляного штоку, а в 2008 р. при загальному об'ємі виробленого простору 9,4 млн. м³ була затоплена внаслідок залпового прориву води з притоком більш ніж 500 м³/год.

Зараз, за даними ГІС-аналізу, інтерфеометричних досліджень динаміки гіпсометрії шахтного поля, відбувається розвиток локального градієнтного контуру осідань денної поверхні, що мають довгостроковий характер в умовах зростаючих деформацій та зволожений соляного тіла (додаток 18).

Його формування у підніжжі південного схилу г. Магура, який зараз активно забудовується, за даними інтерферометрії 2016 року [140, 118], знаходиться у фазі зростаючого порушення рівноваги напружено-деформованого стану і небезпеки утворення блочного мега-зсуву. Даний висновок частково підтверджується продовженням поля осідань денної поверхні у північному напрямку за межами узагальненого зовнішнього контуру гірничих виробок шахти №9.

У південній частині площі гірничодобувних робіт відбувається некероване затоплення гірничих виробок шахти № 8 (побудована у 1804 р.), експлуатація якої була припинена у 2010 р. при загальному об'ємі вилучення мінеральної маси (створення пустот відпрацьованих виробок) до 10.0 млн. м³, що сягає 45% загального об'єму гірничого простору ХХ-ХХІ ст. У цьому плані слід відмітити, що затоплення шахти № 8 могло бути суттєво прискорене внаслідок часткового перетоку вод із гіпсометрично вище розташованих затоплених виробок полів шахт № 7 та № 9.

В той же час, з урахуванням складної купольної структури і щільної мережі тектонічних порушень солепородного масиву шахти Солотвинського рудника віднесені до «Переліку особливо небезпечних підприємств», довгострокова експлуатація та припинення діяльності яких потребує спеціальних заходів щодо запобігання шкоди життю і здоров'ю громадян та негативним змінам навколишнього природного середовища. При цьому додатковими чинниками ускладнення еколого-геологічної ситуації в зоні впливу солерудника є підвищена сейсмічність регіону (до 6-7 балів шкали МСК-64 або загрозою проходження транзитних повздовжніх хвиль з прискоренням до 0.15-0.20 g) та значна водонасиченість перекриваючих рихлих порід. За результатами виконаного аналізу даних ДЗЗ (інтерферометрія, зміна рельєфу, гідрографічної мережі ін.) їх, на наш погляд, можна вважати провідними факторами розвитку деформацій солепородного масиву та денної поверхні за межами узагальненого розрахункового контуру деформаційного впливу гірничих виробок шахт №№7,8,9.

Масштабні повені 1995-1996, 2001, 2010 рр. та пов'язаний з ними додатковий підйом рівня підземних вод підвищили їх гідро-геодинамічний тиск на верхню зону порушених порід солерудника, які за результатами досліджень авторів мають значну структурно-геологічну, літологічну та гідро-геодеформаційну фрагментацію. Останнє сприяло активізації зволоження і пластифікації соляного масиву, карстово-провальних деформацій та осіданню денної поверхні.

Враховуючи структурно-геологічну та інженерно-геодинамічну неоднорідність солепородного масиву Солотвинської структури [118], авторами було побудовано карту з відділенням основних зон геологічних структур (додаток 19) та розраховано у процентному співвідношенні, площі забудови, що зазнають геодинамічного впливу у цих зонах (додатки 20, 21).

В цілому активний розвиток руйнівних деформацій денної поверхні та верхньої зони ГС у зоні впливу гірничодобувних робіт на солепородний масив негативно впливає на інженерно-геотехнічну стійкість підгрунтя значної кількості житлових і промислових будівель, шляхів, водопровідно-каналізаційних мереж та об'єктів критичної інфраструктури селища Солотвино.

Станом на 01.01.2019 р. у зоні геодинамічного впливу солерудника в умовах поширення зсувних, просядкових та карстово-провальних небезпечних процесів опинились більше 300 житлових будинків, де

мешкає понад 1.5тис. осіб, 2 загальноосвітні школи, дитсадки, місцеві лікарня та поліклініка, водоканал, лінії електромереж, газопроводу та ділянки доріг.

Слід зазначити, що ситуація на території впливу гірничих робіт ДП «Солотвинський солерудник» за останній період значно погіршилась. Вкрай обмежене виконання захисних технічних заходів призвело до стійкого просторово-часового зростання площ та об'ємів карстових провалів і воронок на родовищі (рис. 3.3, 3.4).

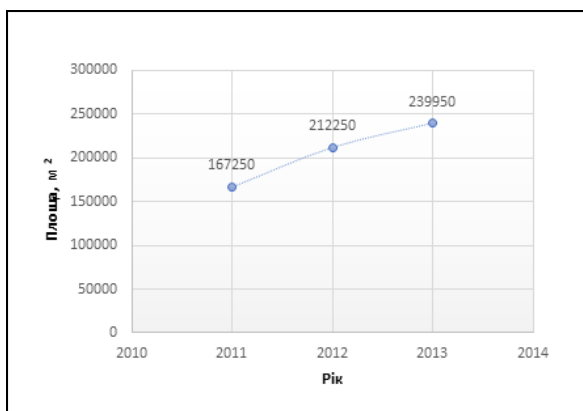


Рис. 3.3. Зростання площі карстових провалів на території Солотвинського солерудника протягом 2011-2013 рр.

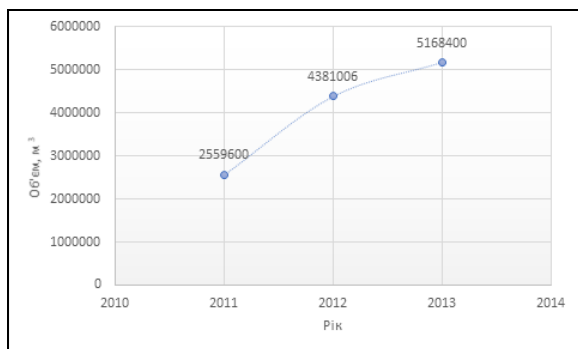


Рис. 3.4. Зростання об'єму карстових провалів на території Солотвинського солерудника протягом 2011-2013 рр.

Авторами досліджено деформаційне поле зони місцевого водозбору та встановлено його вплив на зміну еколого – ресурсного стану транскордонної ділянки річкового басейну річки Тиси,

попередньо оцінені зміни його поверхневого і підземного водного балансу та хімічного складу.

Використовуючи результати космічного моніторингу (інтерферометрії), польового магнітно-електричного обстеження та моделювання у ГІС, авторами було досліджено та проведено аналіз просторово-часової структури та балансу осідань денної поверхні (додаток 22).

Вперше отримані розрахунки демонструють динаміку збільшення узагальнюючої карстово-осадкової воронки, що відбувається в структурі площинно-радіального поля розвитку пружно-пластичних та пластично-текучих деформацій центральної частини соляного штоку та покривних пухких осадкових порід, які пов'язані з найбільшими карстовим провалом та ділянкою порушення рівноваги надр поля ш.№7.

За результатами геолого-статистичного моделювання, отримано закономірну залежність, що має радіально-лінійний характер та демонструє стійкий закономірний радіальний зв'язок між параметрами вертикальними (осідання) та горизонтальними (площа інтервалу осідань) деформаціями денної поверхні шахтного поля.

Вищенаведені результати виконаного нами аналізу сучасної гідрогеодинаміки змін параметрів карстово-осадкових деформацій поверхні на шахтних полях Солотвинського солерудника дозволяють дійти висновку, що їх об'єми та площі за період 2011-2016 рр. зросли до 2.5 разів, а площа – лише (орієнтовно) до 2-х разів. На нашу думку, це може бути свідченням того, що зараз відбувається карстове руйнування як верхніх, так і глибоких затоплених горизонтів переважно шахт №№ 8 та 9, куди можуть надходити прісні води із перекриваючих шарів рихлих водонасичених порід. Крім того, за результатами комплексного аналізу даних інтерферометрії, електромагнітометричного обстеження [114, 118], динаміки гіпсометричних змін рельєфу можна дійти висновку про можливість формування загального територіального поля пружно-пластичних деформацій солепородного масиву і денної поверхні в межах як зон впливу сучасних шахт №№7, 8, 9, так і прилеглих, які були затоплені на початку ХХ ст. (“Кунігунда”, “Людвиг” та ін.). Даний висновок узгоджується з розвитком сучасних радіально-просторових деформацій денної поверхні за межами розрахункової границі прогнозних осідань на відстань до 250-350м з великою кількістю будівель та ОКІ.

На наш погляд, одночасне збільшення глибини карстоутворення та пластифікації солепородного масиву в контурі гірничих виробок наближеної до селища Солотвино шахти № 8 призведе до активізації небезпечних деформацій денної поверхні, додаткового руйнування ряду житлових та промислових будівель, інженерних мереж та суттєво посилить загрозу безпеці життєдіяльності населення.

1. На території Солотвинської промислово-міської агломерації розвивається загрозна тенденція до зниження рівня екологічної безпеки внаслідок прогресуючого руйнування солепородного масиву солерудника. Водночас останні дані свідчать про зростання ризику виникнення транскордонної надзвичайної ситуації інженерно-геодинамічного та водно-екологічного походження на території Солотвинського солерудника через поширення карстових процесів у бік селища Солотвино та долини р. Тиса.

2. Масштабні загрози, пов'язані з комплексним впливом небезпечних геологічних процесів на території селища Солотвино (просідання і деформації денної поверхні, карстові провалля, зсувоутворення та ін.) та м можливістю активізації міграції високомінералізованих вод обумовлюють нагальну необхідність розробки та відпрацювання запобіжних заходів із попередження транскордонної надзвичайної ситуації.

3. Відсутність до цього часу окремої державної програми з подолання екологічних наслідків в межах Солотвинської ПМА та наявність підвищених загроз надзвичайної водно-екологічної ситуації у транскордонному басейні р. Тиса визначають необхідність обґрунтування комплексу робіт з приведення зони впливу солерудника у безпечний еколого-техногенний стан .

4. Практична відсутність системного моніторингу розповсюдження карстово-провальних процесів, осадкових деформацій денної поверхні та руху мінералізованих підземних вод у долині р. Тиса створює серйозну загрозу з можливими негативними наслідками для безпеки життєдіяльності населення та навколишнього середовища транскордонного рівня.

3.3. Сталий розвиток гірничодобувних регіонів та його моніторинг

Загальні положення та передісторія досліджень. За визначенням Міжнародної комісії з проблем навколишнього природного середовища і сталого розвитку (1987 рік) *«Сталим можна назвати такий розвиток, який веде до задоволення нагальних потреб*

суспільства без зменшення можливостей майбутніх поколінь задовольняти їх потреби». Це означає те, що соціально-економічний розвиток має здійснюватись таким чином, щоб мінімізувати негативні наслідки виснаження природних ресурсів і погіршення якості довкілля з метою їх збереження для майбутніх поколінь. Втрати ресурсів мають бути повністю компенсовані.

Поняття сталого розвитку світового суспільства в цілому і окремих держав має на увазі збалансованість трьох складових розвитку: економічної, екологічної і соціальної. Зростання економіки у більшості випадків збільшує екологічне навантаження на навколишнє природне середовище, яке воно витримує до певних меж, обумовлених асиміляційним потенціалом території, що є причиною відсутності суттєвих змін геоєкосистем. Це справедливо як для країн цілому, так і для її окремих гірничодобувних регіонів. Не завжди добича корисних копалин надає економічні й соціальні вигоди країнам, де ведеться видобуток мінеральної сировини та її переробка, внаслідок поганого управління і корупції. Населення поблизу місць видобутку часто страждають від нього і несе екологічні збитки [139].

Такий підхід інтерпретується як необхідність збереження основного капіталу людства, складовими частинами якого являються наступні види капіталу: Km – матеріальний (машини, устаткування, основні фонди та ін.); Kh – людський (освітній рівень населення, його технічні навички, здоров'я, генетичний фонд тощо); Kn – природний (природно-ресурсний потенціал, якість довкілля).

Введення понять основного капіталу людства і його складових дозволили розрахувати так званий індикатор сталого розвитку для різних країн. Розрахунки відносно прости [21]. Якщо вважати, що

$$\frac{\delta K}{\delta t} = S(t) - D(t) \quad (3.1)$$

де $S(t)$ – збереження в рік t , а $D(t)$ – амортизація основного капіталу, то умова збереження основного капіталу буде мати вигляд

$$S(t) - D(t) = S(t) - Dm(t) - Dh(t) - Dn(t) > 0 \quad (3.2)$$

$Dm(t)$, $Dh(t)$, $Dn(t)$ в цій формулі – амортизація, відповідно, матеріального, людського і природного капіталу. Але, людський капітал не амортизується. Якщо його амортизацію виключити з формули і виразити її складові в відсотках до валового національного продукту країни (Y), то ми отримаємо індикатор слабкої сталості

$$Z = \frac{S}{Y} - \frac{Dm}{Y} - \frac{Dn}{Y} > 0 \quad (3.3)$$

Крім індикаторів, на практиці часто використовуються показники сталого розвитку, що трактуються досить широко. Ці показники характеризують сучасне розуміння визначення «сталій розвиток». До них звичайно відносять досить широкий набір індикаторів-показників, відстеження яких у часі дозволяє проводити моніторинг руху країни у досягненні умов сталого розвитку.

Так, у США використовуються наступні показники сталого розвитку [21]:

Показники поліпшення здоров'я і навколишнього середовища:

- скорочення числа людей, що живуть у місцевостях, де не дотримуються стандарти чистоти води і повітря;
- зменшення випуску токсичних матеріалів, що впливають на людину;
- зниження захворюваності і смертності, викликаних зовнішнім впливом.

Показники економічного розвитку:

- збільшення ВВП на душу населення;
- збільшення кількості і поліпшення якості робочих місць;
- зменшення числа людей, що живуть нижче риси бідності;
- зростання заощаджень і інвестицій на душу населення;
- зростання витрат на охорону навколишнього середовища.

Показники соціальної справедливості:

- вирівнювання доходів на душу населення;
- вироблення показників зовнішніх впливів, що впливають на різні соціальні групи;
- відсоток людей з різних соціальних груп, що мають доступ до основних соціальних благ.

Показники збереження природи:

- зменшення втрат ґрунтів внаслідок антропогенної діяльності;
- збільшення площі здорових боліт і сінокісних угідь;
- збільшення площі лісів і різноманіття біологічних видів;
- зменшення кількості видів, що знаходяться під загрозою зникнення;
- скорочення викидів і надлишкових добрив;
- зменшення емісії газів, що створюють парниковий ефект.

Показники раціонального господарювання:

- скорочення матеріалоемності на одиницю продукції і на душу населення;
- скорочення відходів, упор на їхнє вторинне використання;
- зменшення енергоємності виробництва;
- раціональне використання відновлюваних ресурсів.

У сучасний період з метою моніторингу стану сталого розвитку промисловості України з позицій економічної безпеки Інститутом економіки промисловості НАН України запропоновано структуру сталого розвитку, що включає загалом 30 індикаторів та методологію для ідентифікації його рівня через сучасне інтегральне оцінювання [2].

З врахуванням ідей сталого розвитку ще у 1998 році в Україні були запропоновані загальні рекомендації для використання ресурсів надр, які не містять диференціації за видами користування надрами або регіональними критеріями [71]:

- формування завершених багатогалузевих комплексів на базі поглибленої переробки сировини, використання у виробництві замкнутих технологічних циклів і рециклів для заміни первинних сировинних матеріалів вторинними;
- упровадження маловідходних ресурсозберігаючих технологій у промисловості, зменшення енерго- й матеріаломісткості економіки;
- утворення з окремих видів великотоннажних відходів техногенних родовищ вторинної мінеральної сировини та їх першочергове використання;
- довгострокове прогнозування стану МСБ за якістю та кількістю окремих видів корисних копалин і створення кадастрів природних ресурсів, пошук нових родовищ мінеральної сировини на принципах еколого-економічної доцільності їх освоєння.

У десяту річницю саміту в Ріо-де-Жанейро наприкінці 1998 року дев'ять найкрупніших гірничодобувних компаній запропонували нову ініціативу, спрямовану на досягнення серйозних змін у підходах галузі до сучасних її проблем [139]. Через Всесвітню раду підприємців зі сталого розвитку (WBCSD) травні 1999 року вони доручили Міжнародному інституту навколишнього середовища і розвитку (ПЕД) провести оглядове дослідження з метою визначити, глобальну проблему, яку має гірничодобувний сектор у контексті сталого розвитку, і вивчити його роль у переході до нього. Команда дослідників ПЕД розглянула існуючі ініціативи і матеріали та проконсультувалась з більш ніж 150 приватними особами й організаціями, щоб зрозуміти їх погляди на те, як можна поліпшити вклад мінерально-сировинного сектору в сталий розвиток і розробити більш детальну основу для цього процесу. ПЕД оприлюднив свої результати у жовтні 1999 року, дав рекомендації по змісту і об'єму

процесу, який став відомий як проект MMSD (гірничя промисловість, мінеральна сировина і сталий розвиток).

В Україні у 2000 році була виконана програма ООН «Сприяння сталому розвитку в Україні» [49, 50]. Результати, отримані в рамках цієї програми і раніше при підготовці Відділенням наук про Землю Національної академії наук постанови уряду від 31.08.99 №1606 «Про концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України», послужили базою для дослідження екологічних і ресурсних проблем мінерально-сировинного комплексу (МСК), що виконувались в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України в рамках програми НАН України «Мінеральні ресурси України та їх видобування» та подальших програм «Стратегічні мінеральні ресурси України» і «Мінерально-сировинна база України як основа безпеки держави». Протягом 2005-2019 років були виконані дослідження, а за їх результатами вийшли з друку численні статті та монографії.

Програми сталого розвитку гірничодобувної промисловості намагаються розробляти як окремі країни, так і сумісно сусідні країни, економіка яких у значному степені пов'язана з мінерально-сировинним комплексом. Можна навести багато прикладів [120, 124, 134, 138, та ін.]. Ці програми можуть бути спрямовані чи на вирішення конкретної проблеми, чи на поліпшення загальних умов життєдіяльності місцевого населення. Наприклад, внаслідок проведення гірничих робіт на концесії Decazeville-Firmin (Аверон, Франція) склалася ситуація, пов'язана з потенціальним впливом и визначенням найбільш небезпечного рівня кар'єрного озера в Grande Découverte, якій впливав на якість води горизонту пітного водопостачання [123]. Після декількох досліджень в області гідрогеології, інженерної геології та геомеханіки у період з 2001 по 2004 рік були отримані результати, які дозволив вирішити цю проблему. Виявилось, що необхідно було встановити моніторингові пристрої для того, щоб слідкувати за процесом хімічної стратифікації в озері та розраховувати і регулювати його небезпечний рівень.

Закриття закинутих шахт та їх відновлення - величезна міжнародна проблема, пов'язана з гірничодобувним сектором, за яку держава часто вимушена брати відповідальність на себе. Наприклад, у Португалії в 2010 році уряд надав державному підприємству EDM (Empresa de Desenvolvimento Mineiro) концесію на розробку і сприяння відновленню навколишнього середовища та соціально-економічному поліпшення районів, пошкоджених в результаті

видобутку корисних копалин [141]. Основна діяльність цього підприємства полягає в тому, що воно підтримує навколишнє середовище як в контексті активних гірничих розробок, так і у відношенні закинутих деградованих районів видобутку. Держава ставила перед ЕДМ задачу провести до кінця 2013 року відновлення навколишнього середовища приблизно на 100 гірничодобувних територіях із загальних 175, які були перераховані і ранжирувані для цілей перекваліфікації. Таким чином, ЕДМ була ініціатором створення фундаментальної державної служби, націленої на охорону здоров'я і безпеки населення, підвищення якості навколишнього середовища і соціального благополуччя.

Іншим прикладом може бути Німеччина. До кінця 1950-х років німецька вугледобувна промисловість отримала 150 мільйонів тонн кам'яного вугілля з 170 шахт з 600 000 працівниками. У той час 70% потреб у енергетиці ФРН були покриті за рахунок власного вугілля. В подальшому внаслідок просування нафти, а потім природного газу на світовий енергетичний ринок, і зростанням світової торгівлі, у країні була прийнята стратегія довгострокової реструктуризації вугільної галузі. Видобуток вугілля у Німеччині у сучасний період кардинально обмежений, і вона переходить до епохи так званого пост-майнінгу [136]. У рамках стратегії зараз відбувається розвиток економічних, соціальних та соціальних аспектів цього переходу. У багатьох країнах (у числі й у Німеччині) потрібні кваліфіковані експерти і спеціалісти з пост-майнінгу. Необхідно, щоб їх співробітництво було націлене на поступовий непереборний підйом управління якістю довкілля, оснований на принципі «планування-перевірка-реалізація».

Ще на початку 2000-х років у Чехії були розроблені загальні, екологічні та ландшафтно-архітектурні принципи рекультивації ландшафтів у пост-майнінговий період [142].

Останнім часом у Польщі були проаналізовані основні зміни в природних ландшафтах в результаті експлуатації бурого вугілля (лігніту) [125]. Сучасний підхід до природного середовища і його захисту характеризується багатогранною інтеграцією у цій проблемі соціальних, економічних та політичних аспектів людського існування. У даному випадку об'єкт управління складається з пост-майнінгових районів. У процесах їх рекультивації та освоєння формуються нові елементи природної системи, які також вимагають системного підходу до управління, зокрема, управління пост-майнінговими ландшафтами (рис. 3.5).

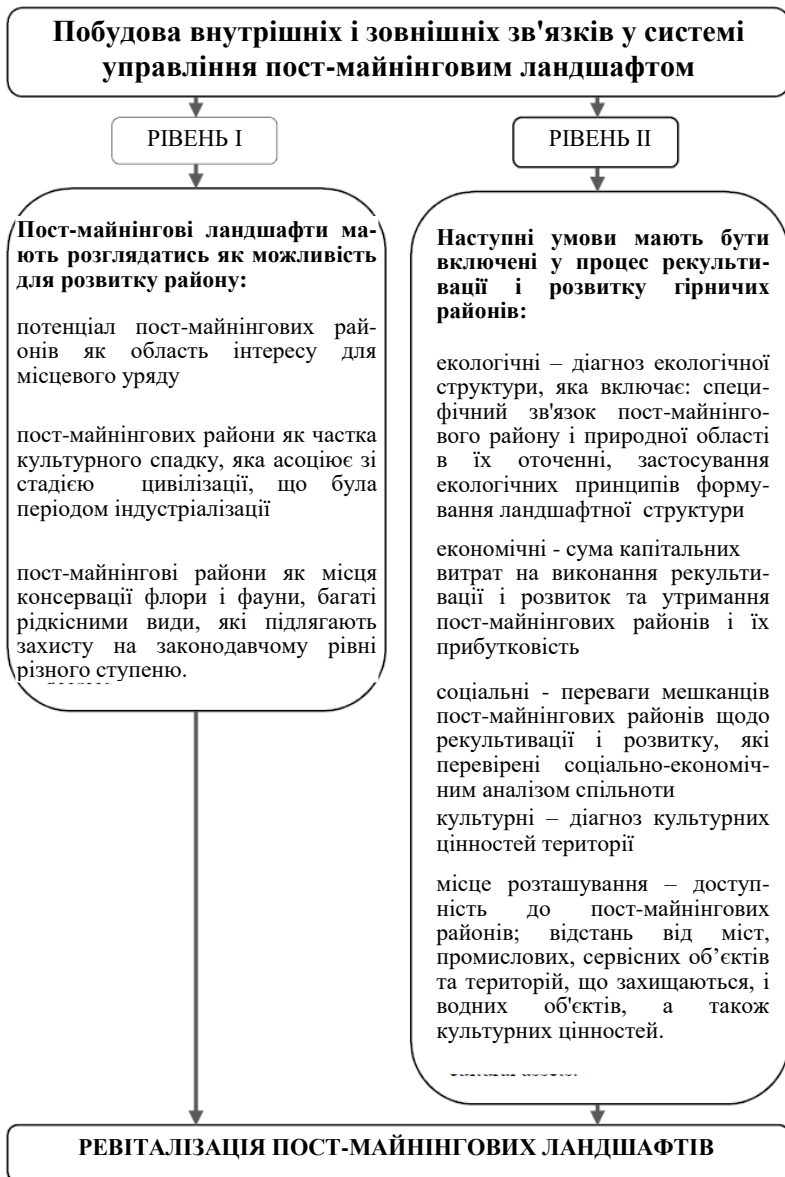


Рис. 3.5. Зміна підходу до управлінню ландшафтом у пост-майнінговий період [125]

Діяльність людини з експлуатації природних ресурсів спрямована на створення нових ресурсів, використання яких забезпечує її

життєдіяльність. У випадку, коли створені ресурси вже не використовуються чи не придатні для використання на стадії пост-майнінгу їх треба перетворити в інші ресурси шляхом перепрофілювання для інших цілей і реконструкції або рециклінгу. Крім псування природних ландшафтів і забруднення довкілля, вони займають певну площу і виключають з використання природний ресурс поверхні геологічного простору. Спираючись на ці міркування, українським дослідником І.М. Малаховим [66] було звернуто увагу на можливість використання ще одного інструменту для ринкового управління процесами техногенезу в геологічному середовищі. Стимулювання інвестування у використання або створення нового ресурсу в техногенній екосистемі можна спробувати досягти, використовуючи підхід, подібний до «антиренти». Мета платежу за використання ресурсу має бути протилежною до тієї, яка існує в природній системі. *У природній системі підприємство платить за використання ресурсу. У техногенній екосистемі платити доводиться не за використання, а за невикористання техногенних ресурсів – штучних елементів рельєфу, створених в результаті гірничодобувної діяльності.*

Відходи надрокористування замість потенційного прибутку при їх переробці завдають значної шкоди ґрунтам, природним водам, атмосферного повітря і всьому живому. Тому паралельно з освоєнням природних родовищ корисних копалин необхідно розробляти і техногенні об'єкти, впроваджувати організаційно-економічні механізми, які сприяли б зменшенню відходів надрокористування, такі як публічно-приватне партнерство (ППП) або державно-приватне партнерство, що реалізовується в формі концесії, може стати дієвою формою співпраці держави і бізнесу [97].

Сучасні моделі взаємодії держави, бізнесу і науки застосовують у багатьох розвинених країнах. Їх використання дозволить максимально ефективно організувати взаємодію владних структур і бізнесу і забезпечити якісну очистку території від відходів використання надр. Практичну значимість таких моделей матиме для підвищення ефективності та залучення приватного капіталу, вивільнення значних площ родючої землі, поліпшення навколишнього природного середовища, зниження платежів за збиток, що наноситься відвалами і териконами, для створення робочих місць та ін. За [97] децентралізація владних повноважень сприятиме розширенню кола організацій для реалізації проектів PPP, при якому буде значною економія бюджетних коштів за рахунок скорочення участі держави і передачі його приватному партнеру. Одним з пріоритетів

використання інструментів ППП є зменшення податкового тягаря, надання пільг і преференцій для бізнесу. Ефективне партнерство між державою або заможними територіальними громадами та підприємцями гарантуватиме сталий розвиток територій і локальних громад.

В Україні в якості науково-методичної і технологічної основи переробки відходів використання надр можна використати мінералого-геохімічні дослідження таких відходів і технологічні схеми їх збагачення у вихровому повітряно-мінеральному потоці за допомогою мобільних комплексів, запропонованих криворізькими вченими у попередніх наших монографіях [26, 28-30].

Будь-які перетворення у гірничодобувних регіонах на засадах сталого розвитку треба починати з питання, який регіон, що несе певне функціональне навантаження в економіці країни, ми маємо отримати в кінцевому рахунку. Наведемо приклад спроби вирішення цього питання у вугледобувному регіоні Шендонг на півночі Китаю [122]. Розроблено загальна послідовність дій, що плануються у цьому регіоні (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Система екологічного відновлення шахтних полів регіону Шендонг [122].

В гірничодобувному регіоні Шендонг розглядається можливість використання трьох режимів рекультивації земель: 1 - екологічна модель сільського господарства у різних модифікаціях; 2 - модель шахтного парку з органічним поєднанням типового екологічного ландшафту, історико-культурного, рекреаційного та інших ландшафтів; 3 - модель «земельної ділянки» з використанням твердих відходів видобутку з метою створення будівельних майданчиків, що може збільшити площу для планування і будівництва індустріального парку, добути корисних копалин, градобудівництва і нових сільськогосподарських земель. В шахтному районі Шендонг більш важливим являється реалізація останньої моделі у цілях сприяння трансформації розвитку соціальної економіки на засадах сталого розвитку.

Економічні, екологічні та соціальні умови кожного гірничодобувного регіону України індивідуальні в залежності від виду мінеральної сировини, типу місцевості, її геології, клімату та багато чого іншого. Найбільш великими постмайнінговими територіями у нашій країні є Донецький кам'яновугільний і Криворізький залізорудні басейни.

Розвиток України як сировинної держави обумовив високий ступень виснаження окремих природних ресурсів і переобтяженість економіки важкими галузями виробництва. Ресурсо- та енергоємність застарілих технологій початку минулого століття, які використовуються у вітчизняній промисловості призвели до важких екологічних наслідків, критичних порушень довкілля і балансу біосфери. Процеси фізичного та економічного виснаження надр вимагають значного коригування стратегії розвитку мінерально-сировинного комплексу. Особливо це стосується Донецького вугільного басейна, екологічний стан якого і до агресії Росії наближався до катастрофічного. З початком війни, у зв'язку з неконтрольованим закриттям шахт і припиненням відкачки шахтних вод, прогнозована екологічна катастрофа почала реалізовуватися швидкими темпами [30]. Нажаль, в умовах окупації пом'якшити її наслідки для населення не уявляється можливим. Інша справа з Криворізьким басейном, який добре вивчений в геологічному, ресурсному, економічному і екологічному відношенні. Треба тільки скласти стратегію і чітку програму його збалансованого розвитку як пост-майнінгової території з врахуванням досвіду інших країн. Зрозуміло, що вона має бути основана на моніторингу всіх його складових.

ВИСНОВКИ

1. Незважаючи на труднощі сучасного періоду, які обумовлені агресією Росії, перетворення у структурі економіки, інноваційний, енергетичний і високотехнологічний сферах вже почалися. Значну роль у цих перетвореннях мають відкритість і прозорість інформації та моніторинг. Необхідною умовою пришвидшення змін у країні є розробка стратегії її розвитку на основі моніторингу всіх його складових і моделювання ситуації, що складеться у світі у середньо- і довгостроковій перспективі щоб запобігти хаотичності руху.

2. З набуттям незалежності України і її переходом до ринкової економіки, у якій роботи комерційного спрямування і усі пов'язані з ними ризики зазвичай беруть на себе гірничодобувні компанії, держава часто невинуватно продовжувала фінансувати проведення пошукових, пошуково-оціночних і розвідувальних робіт.

Враховуючи світовий досвід, необхідною є реструктуризація системи планування та фінансування геологічного вивчення надр із перенесенням акценту від прямого державного фінансування до непрямих методів, що спонукатимуть видобувний бізнес до відтворення МСБ на регіональному і державному рівні.

3. Збалансована система державного управління у сфері екологічної безпеки повинна мати такі головні складові частини:

- регулювання природокористування і охорони довкілля, еколого-економічне нормування господарчої діяльності;
- контроль за використанням природних ресурсів та додержанням екологічних вимог, нормативів і стандартів;
- моніторинг стану довкілля та прогноз розвитку його негативних змін;
- прогнозування, попередження та упередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф;
- екологічна реабілітація ушкоджених територій.

Головним механізмом їх взаємозв'язку є економічний, через платежі за користування природними ресурсами, за їх імпорт і експорт (мито), штрафи, систему екологічного страхування, тощо, за рахунок яких формуються відповідні статті держбюджету, місцевих бюджетів, позабюджетні і страхові екологічні фонди для цільового спрямування коштів на заходи і програми щодо попередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф та реабілітації довкілля. Економічний механізм в сфері екологічної безпеки повинен стати однією з визначальних частин загальної системи.

4. Враховуючи погіршення екологічного стану у гірничодобувних регіонах і районах, пов'язаному багато у чому з накопиченням відходів видобутку і переробки мінеральної сировини, особливу увагу треба приділити геолого-економічній оцінці відходів виробництва та розвитку моніторингу техногенних родовищ корисних копалин.

5. В результаті аналізу проблеми дерегуляції системи екологічного моніторингу геологічного середовища можливо зробити наступні висновки:

- Нерівномірність розміщення спостережних точок в межах гірничодобувних регіонів суттєво зменшує можливості одержання достовірних відомостей щодо стану якості геологічного середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій чи своєчасну ліквідацію наслідків впливу гірничодобувних та переробних підприємств.
- Включення даної сфери до основних напрямків регіональної політики України в рамках курсу євроінтеграції дозволять вирішити ряд проблемних моментів, що базуватиметься на:
 - Покращенні бізнес-клімату, що ґрунтується на регіональному потенціалі;
 - Підтримці розвитку інновацій, що забезпечать більш високий рівень екологічності виробництва та контролю над ним;
 - Створенні формату багаторівневого врядування за участю регіональних влад, органів місцевого самоврядування, а також громадянського суспільства та інших зацікавлених сторін.
- Запровадження регіональної політики в українських реаліях спонукатиме представників гірничодобувних підприємств на розробку власних програм робіт на високому конкурентоздатному рівні, що дозволило б їм отримати допоміжне фінансування для регулярного проведення екологічного моніторингу стану їх ліцензійних ділянок та мінімізації своїх екологічних витрат.

6. Виконані геохімічні мінералогічні дослідження свідчать, що моніторинг стану сучасного геологічного середовища повинен мати комплексний характер. Визначенню підлягають як штучно утворені, так і природні компоненти системи. Їх співвідношення свідчить про стан забруднення території. Роботи топомінералогічного характеру дозволяють визначити не лише підприємство-забруднювач, а й конкретний виробничий підрозділ, з території якого депонуються забруднюючі матеріали. Важливим наслідком моніторингу є також можливість картування ділянок річищ на пост-майнінгових територіях з високим вмістом втрачених гірничозбагачувальними підприємств-

вами рудних концентратів. Вони дозволяють видобувати з осаду цінні мінерали, наприклад у процесі запланованих днопоглиблювальних робіт

7. Статистичний аналіз даних досліджуваних криворізьких родовищ та прогноз екологічних витрат, що матимуть місце по завершенню їх видобувної активності з врахуванням європейського досвіду показав доцільність проведення на гірничодобувних об'єктах активної рекультиваційних робіт безпосередньо під час видобутку залізних руд, що дає можливість суттєво зменшувати об'єми капіталовкладень у постліквідаційний період, коли видобуток уже припинено, але існує необхідність нівелювання усіх завданих навколишньому середовищу збитків.

Проведений аналіз варіантів визначення балансових запасів, один з яких включав постліквідаційні витрати, доводить реальність запропонованого шляху забезпечення користувачів надр більш якісною сировиною, а навколишнього середовища – меншими впливами від гірничодобувної діяльності. Включення зазначених витрат у розрахунок мінімального промислового вмісту, логічно призводить до зменшення запасів, але водночас дозволяє сконцентруватися на дійсно цінних рудах, що по факту, для окремих родовищ може бути більш оптимальним варіантом розробки.

8. Аналіз статистичних даних щодо впливу природних і техногенних чинників на здоров'я населення України дозволяє зробити висновок, що головним чинником техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, біоту і людину в Україні є видобуток і переробка мінеральної сировини.

Довготривале інтенсивне використання надр в Україні призвело до накопичення негативного впливу на навколишнє природне середовище і людину, що насамперед найбільш наглядно можна спостерігати в гірничодобувних районах України, де екологічна ситуація досягла критичної межі, що має прояв у різкому збільшенні надзвичайних геологічних ситуацій.

9. Використання геоінформаційних технологій відкриває для екологічної безпеки широке коло нових можливостей. Перспективи застосування ГІС зумовлені можливостями їх використання як середовища розгортання статичних та динамічних моделей, що ілюструють різноманітні природні та соціоекономічні процеси і функціональні зв'язки. Інтерактивні зміни параметрів моделей роблять можливими евристичні експерименти з моделями, вміння аналізувати та впорядковувати дані, робити на їх основі корисні

висновки та приймати ефективні та відповідальні рішення. Одним з напрямків геоінформаційних досліджень є еколого-ландшафтний аналіз гірничодобувних регіонів, суть якого полягає у ландшафтному вивченні екологічних проблем, пов'язаних з гірничопромисловим використанням територій, і якій спрямований на їх вирішення, що ґрунтується на теоретико-методичних положеннях ландшафтознавства, екологічної географії, ландшафтної екології, геоекології і здійснюється за відповідною програмою та методикою.

10. Не завжди добича корисних копалин надає економічні й соціальні вигоди країнам, де ведеться видобуток мінеральної сировини та її переробка, і сприяє сталому їх розвитку внаслідок поганого управління і корупції. Населення у районах пост-майнінгу поблизу часто страждають від нього і несе екологічні збитки.

Сучасний підхід до природного середовища і його захисту характеризується багатогранною інтеграцією у цій проблемі соціальних, економічних та політичних аспектів людського існування. У даному випадку об'єкт управління складається з пост-майнінгових районів. У процесах їх рекультивациі та освоєння формуються нові елементи природної системи, які також вимагають системного підходу до управління, зокрема, управління пост-майнінговими ландшафтами [125].

Діяльність людини з експлуатації природних ресурсів спрямована на створення нових ресурсів, використання яких забезпечує її життєдіяльність. У випадку, коли створені ресурси вже не використовуються чи не придатні для використання на стадії пост-майнінгу їх треба перетворити в інші ресурси шляхом перепрофілювання для інших цілей і реконструкції або рециклінгу. Крім псування природних ландшафтів і забруднення довкілля, вони займають певну площу і виключають з використання природний ресурс поверхні геологічного простору. Стимулювання інвестування у використання або створення нового ресурсу в техногенній екосистемі можна спробувати досягти, використовуючи підхід, коли доводиться платити не за використання, а за невикористання техногенних ресурсів – штучних елементів рельєфу, створених в результаті гірничодобувної діяльності [66].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Агаджанов М.Є.* Літологія сучасних донних осадків поверхневих водойм Криворізького залізорудного басейну / *М.Є. Агаджанов, А.О. Бобко, І.М. Малахов, Т.М. Альохіна, В.В. Іванченко* – Серія: Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Кривий Ріг. «Октан Принт», 2008. – 110 с.
2. *Амоша О.І.* Промисловість України – 2016: стан та перспективи розвитку: наук.-аналіт. доп. / *О.І. Амоша, І.П. Булеєв, А.І. Землянкін, Л.О. Збарзська, Ю.М. Харазішвілі та ін.* – Київ: НАН України, Ін-т економіки промисловості. – 2017. – 120 с.
3. *Альохіна Т.М.* Особливості накопичення важких металів у донних осадках у гірничо-видобувному регіоні (на прикладі р. Інгулець) / *Т.М. Альохіна, І.Н. Малахов, Б.О. Горлицький, А.О. Бобко* // IV Міжнародний водний форум „Аква-Україна 2006”: Мат. наук.-прак. конф.- Київ, 2006.- С.50-54.
4. *Альохіна Т.М.* Вміст важких металів у воді та донних відкладах річки Інгулець / *Т.М. Альохіна, А.О. Бобко, І.М. Малахов* // Гидробиологический журнал. – 2008. - № 3 (44). – С. 114-120.
5. *Андрейчук Ю.* Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець) / *Ю.Андрейчук, І. Ковальчук* // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2003. – № 63. – С. 183–188.
6. *Анпілова Є.С.* Інформаційні технології для управління екологічною безпекою поверхневих вод. / *Є.С. Анпілова.* – К.: Азимут-Україна. – 2013. – 104 с.
7. *Багрій І.Д.* Геологічні проблеми Криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі / *І.Д. Багрій, П.В. Блінов, Н.А. Белокопитова.* – К.: Фенікс, 2000. – 190 с.
8. *Балега А.* Оптимізація фінансування стадій геологічного вивчення надр у вітчизняній практиці / *А. Балега, М. Курило* // *Вісник КНУ. Геологія.* 2018. Вип. 1(84). С. 49–55.
9. *Балега А.* Особливості фінансування та організації геологічного вивчення вітчизняних залізорудних родовищ / *А. Балега, М. Курило* // *Мінеральні ресурси України.* №2. 2019. – С. 34-39.
10. *Балега А.В.* Мінерально-сировинна політика та геологічне вивчення надр в умовах асоціації з ЄС. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.19 – економічна геологія. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2019. – 20 с.

11. *Беліцька М.В.* Літологія і технологічні властивості донних осадків Дніпровсько-Бузького лиману. / Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук за спеціальністю 04.00.21 – літологія. – К.: ДНУ ВМГОР НАНУ. 2016. – 16 с.
12. *Бондар О.І.* Гірнична та екологічна ренти у сфері надрокористування : монографія / *О.І. Бондар, В.М. Вакараш, О.М. Сухіна та ін.* ; за заг. ред. О.І. Бондаря та В.М. Вакараша. - Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. - 362 с.
13. Бюджетний кодекс України: від 08.07.2010 року № 2456-VI // <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17>
14. *Вишва С.* Основні інструменти державного планування і фінансового забезпечення геологічного вивчення надр в Україні / *Вишва С., М. Курило, А. Балега* // *Вісник КНУ. Геологія.* 2018. Вип. 2(81). С. 56–62.
15. *Вишва С.* Основні інструменти державного планування і фінансового забезпечення геологічного вивчення надр в Україні / *Вишва С., М. Курило, А. Балега* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 1.– С. 148-154.
16. *Вишва С.* Регіональні аспекти розвитку й відтворення вітчизняної мінерально-сировинної бази та способи їхнього фінансового забезпечення / *Вишва С., М. Курило, А. Балега* // *Мінеральні ресурси України.* №4. 2018. – С. 12-17.
17. *Випна М.В.* Літологія і можливості використання алювію річок України. / *М.В. Випна, В.В. Іванченко* // Сталій розвиток промисловості у суспільстві. Міжнародна науково-технічна конференція. 22-25 жовтня 2014 р. Кривий Ріг, - С. 77.
18. *Гайдін А. М.* Врятувати Солотвино / *А. М. Гайдін* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 2. – С. 57-64.
19. Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна./ Под ред. Я.Н. Белевцева. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 279 с.
20. Геолого-економічна оцінка запасів залізорудної сировини кар'єру «Південний» ШУ з підземного видобутку руди (на правах шахт) гірничого департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Звіт (кер. *Плотніков О.В.*). – Кривий Ріг, 2013.

21. Голуб А.А. Экономика природных ресурсов. / А.А. Голуб, Е.Б. Струкова. – М.: Аспект Пресс, 1998. - 319 с.
22. Денисов А.И. Исследование геодезическим способом влияния горных работ на деформацию земной поверхности в Кривбассе / А.И. Денисов, А.Е. Бавыкин, В.С. Чичкан // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1986. - №4(142). – С.57-58.
23. Довгий С.О. Екологічна мінералогія України / С.О. Довгий, В.І. Павлишин. – К.: Наукова думка. – 2003. – 152 с.
24. Довгий С.О. (відп. редактор). Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. / С.О. Довгий, В.М. Шестопалов, М.М. Коржнев та ін. – К.: Наукова думка, 2007. – 347 с.
25. Довгий С.О. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні / С.О.Довгий, М.М.Коржнев (наук. ред.), М.М.Курило та ін. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 314 с.
26. Довгий С.О. Критерії екологічної і геолого-економічної оцінки та мінералогія відходів гірничо-металургійного комплексу Кривбасу / С.О. Довгий, В.В. Іванченко, М.М. Коржнев (наук. ред.) та ін. – К.: Ніка-Центр. – 2013. – 226 с.
27. Довгий С.О. Мінерально-сировинний комплекс та сталий розвиток України / С.О. Довгий, В.В. Іванченко, М.М. Коржнев (наук. ред.) та ін. – Київ: Логос, 2014. – 236 с.
28. Довгий С.О. Асиміляційний потенціал геологічного середовища України та його оцінка / С.О. Довгий, В.В. Іванченко, М.М. Коржнев (наук. ред.) та ін. – К.: Ніка-Центр, 2016. – 172 с.
29. Довгий С.О. Геологічна будова та сучасні геолого-економічні й екологічні умови видобутку і переробки залізних руд Криворізько-Кременчуцької зони / С.О. Довгий, М.М. Коржнев (наук. ред.), О.М. Трофимчук та ін. – К.: Ніка-Центр, 2017. – 208с.
30. Довгий С.О. Стратегічні напрями реструктуризації Донецького вугільного і Криворізького залізрудного басейнів в умовах трансформацій енергетичної сфери / С.О. Довгий, О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев (наук. ред.), Є.О. Яковлев та ін. – К.: Ніка-Центр, 2019. – 160 с.
31. Долгова Т.И. Деградация почвенных систем под воздействием пыления, инициируемого предприятиями горнодобывающего комплекса / Т.И. Долгова // *Разработка рудных месторождений*. – 2003. – Вып. 82. – С. 150–159.

32. Жикаляк М.В. Сучасні тенденції сталого розвитку надрокористування в мінерально-сировинних центрах економічного зростання / М.В. Жикаляк // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – № 56. – С. 36–38.
33. Жикаляк, М.В. (2013). Світовий досвід державного регулювання гірничої промисловості / М.В. Жикаляк // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво, 4, 69–74
34. Звіти Міністерства екології та природних ресурсів України про виконання державних (загальнодержавних, цільових) програм [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.menr.gov.ua/protection/protection5/261-zvity-pro-vykonannia-derzhavnykh-tsilovykh-prohram>
35. Звіти про виконання Державного бюджету // <http://www.treasury.gov.ua/main/uk/doccatalog/list?currDir=146477>
36. Звіт про результати аудиту ефективності справляння та дієвості контролю за надходженням рентної плати за користування надрами для видобування газу до державного бюджету // http://www.acrada.gov.ua/doccatalog/document/16754489/zvit_24_2017.pdf?subportal=main
37. Іванов Є.А. Технології ландшафтного моделювання в гірничовидобувній промисловості / Є.А. Іванов // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2003 – № 63. – С. 215–220.
38. Іванченко В.В. Мінерали заліза в сучасному осадку р. Інгулець. / В.В. Іванченко, Н.Р. Журавель, Т.П. Нестеренко // Гірничий вісник. – 2009. - №10. – С. 53-57.
39. Іванченко В.В., Журавель Н.Р. Мінералогія донних відкладів р. Інгулець / В.В. Іванченко, Н.Р. Журавель // Записки Українського мінералогічного товариства. 2011, том 8. С. 99-102.
40. Іванченко В.В. Аутигенні сульфідні у донному осаді річок України. / В.В. Іванченко, А.С. Квітка // Геология и полезные ископаемые мирового океана. - №2, 2014. – С. 118-123.
41. Іщук О.О. Просторовий аналіз та моделювання у ГІС / О.О. Іщук, М.М. Коржнев, О.Є. Кошляков // Навч. посіб. за ред. акад. Д.М.Гродзинського. – К.: ВПЦ «Київський Університет», 2003. – 240 с.
42. Кармазиненко С.П. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (екологогеохімічні аспекти) / С.П.

- Кармазиненко, І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Ю.Ю. Войтюк, В.Й. Манічев.* – К.: Інтерсервіс, 2014. – 168 с
43. *Кащук Д.* (11.06.2018) Що не так в законі про оцінку впливу на довкілля / *Д. Кащук* / <https://www.epravda.com.ua/columns/2018/06/11/637661/>
 44. *Кендзера О.В.* Сейсмічна небезпека і захист від землетрусів (практичне впровадження розробок Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України) / *О.В. Кендзера* // Вісн. НАН України, 2015, № 2. – С. 44-57.
 45. Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр // Офіційний вісник України - 1997.- № 19. - С.104, код акту 700/1997.
 46. *Ковальчук І.* Геоінформаційні системи в еколого-географічних дослідженнях басейнів / *І. Ковальчук, А. Михнович* // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 58. Матеріали першої міжнародної науково-практичної конференції «Кадастр, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку», Львів: ДУ «Львівська політехніка», 1997. – С. 139–142.
 47. Кодекс України про надра від 27.07.1994 року № 132/94ВР // <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80>
 48. *Коржнев М.М.* Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних регіонів України / *Коржнев М.М., Міщенко В.С., Шестопалов В.М., Яковлев Є.О.* – К.: РВПС України, 2000. – 75 с.
 49. *Коржнев М.М.* Природно-ресурсний аспект розвитку України. Проект програми ООН сприяння сталому розвитку в Україні / *М.М. Коржнев, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, І.Д. Андрієвський та ін.* – К.: Вид. дім «КМ Academia», 2001. – 112 с.
 50. *Коржнев М.М.* Геологічна галузь України: шляхи усунення основних дисбалансів розвитку. Проект програми ООН сприяння сталому розвитку в Україні / *М.М. Коржнев, В.С. Міщенко, І.Д. Андрієвський, Є.О. Яковлев.* – К.: Вид. дім «КМ Академія». – 2001. – 60 с.
 51. *Коржнев М.М.* Еколого-економічні проблеми мінерально-сировинного комплексу України / *М.М. Коржнев* // Геолог України, № 2, 2003. – С. 19-23.
 52. *Коржнев М.М.* Чинники впливу антропогенних змін геологічного середовища України на біорізноманітття і людину /

- М.М.Коржнев, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Є.О. Яковлев* // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2003, № 1. – С.59-69.
53. *Коржнев М.М.* Природно-ресурсні основи розвитку суспільства. Підручник. / *М.М. Коржнев.* – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2004. – 173 с.
 54. *Коржнев М.М.* Економіка природокористування. Підручник. / *М.М. Коржнев.* – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2005. – 99с.
 55. *Коржнев М.М.* Природно-ресурсний фактор у виборі моделі розвитку України / *М.М. Коржнев, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Є.О. Яковлев* // Стратегічна панорама, 2006, № 3. – С. 27-34.
 56. *Коржнев М.М.* Мінерально-сировинна база України в умовах глобалізації / *М.М. Коржнев, М.М. Курило* // Стратегічна панорама, 2007, № 2. – С.14-21.
 57. *Коржнев М.М.* Малосировинна альтернатива розвитку України / *М.М. Коржнев, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Є.О. Яковлев, М.М. Курило* // Стратегічна панорама, 2008, № 3-4. – С. 43-49.
 58. *Коржнев М.М.* Розвиток України в умовах глобалізації та скорочення природно-ресурсного потенціалу / *М.М. Коржнев, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.М. Курило та ін..* – К.: «Логос». – 2009. – 195 с.
 59. *Коржнев М.М.* Техногенні форми рельєфу та оцінка екологічних ризиків і збитків гірничовидобувної діяльності у Криворізькому залізорудному басейні / *Коржнев М.М., Малахов І.М.* // Вісник КНУ. Геологія. – вип. 58, 2012. – С. 46-50.
 60. *Кошарна С. К.* Важкі метали на техногенних об'єктах гірничозбагачувальних комбінатів Криворізького басейну / *С.К Кошарна., М. М. Коржнев* // Вісник КНУ. Геологія. 2018. Вип. 2(81). С. 92–97.
 61. *Кошарна С.К.* Геолого-економічна оцінка залізорудних родовищ Криворізького басейну на етапі інтенсивного використання і виснаження запасів. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.19 – економічна геологія. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2019. – 18 с.
 62. *Кураєва І.В.* Комплексний еколого-геохімічний аналіз стану довкілля і його роль при оцінюванні здоров'я населення / *І.В.Кураєва, Ю.Ю. Войтюк, О.П. Локтіонова, К.С. Злобіна, С.П. Карамзиненко* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 2. – С. 285-289.

63. *Лазаренко Е.К.* Минералогия Криворожского бассейна / *Е.К. Лазаренко, Ю.Г. Гершойг, Н.И. Бучинская и др.* – Киев: «Наукова Думка», 1977, 543 с.
64. *Лібанова Е.М.* Політика інтеграції українського суспільства в контексті викликів та загроз подій на Донбасі: національна доповідь / *Е.М. Лібанова (ред.), В.П. Горбулін, С.І. Пирожков та ін.* – К.: НАН України, 2015. – 363 с.
65. *Малахов І. М.* Техногенез у геологічному середовищі / *І. М. Малахов*; [НАНУ, Відділення морської геології та осадового рудоутворення ННПМ]. – Кривий Ріг, 2003. – 252 с.
66. *Малахов И.Н.* Новая геологическая сила / *И.Н. Малахов.* – Кривой Рог: Отделение морской геологии и осадового рудообразования, 2009. – 312 с.
67. *Малахов І.М.* Фактори формування складу сучасних донних осадків р. Інгулець. / *І.М. Малахов, Т.М. Альохіна, А.О. Бобко, В.В. Іванченко* // Геологічний журнал. № 3, 2010. – С. 69-74.
68. *Малахов І.М.* / Методичні питання вивчення трансформації геологічного середовища у гірничо-видобувних регіонах. *Малахов І.М., Альохіна Т.М., Іванченко В.В., Бобко А.О., Агаджанов М.Є.* – Видавництво НАН України. Серія: «Геологічне середовище антропогенної екосистеми», Кривий Ріг: 2011 – 172 с.
69. *Маяков І.Д.* Екологічна оцінка стану геологічного середовища. Деякі чинники техногенезису / *І.Д. Маяков, Т.М. Кулькова.* – Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2002. – С. 48-62. Серія: Геологічне середовище антропогенної системи.
70. *Михнович А.* Еколого-геоморфологічний аналіз верхньої частини сточища Дністра з використанням ГІС-технологій. Дис. канд. геогр. наук. – Львів, 2003. – 247 с.
71. *Мищенко В.С.* Екоресурсні платежі в Україні / *В.С. Мищенко* // Економіка України, №10, 1998. – С. 40-46.
72. *Мкртчян О.* Оцінка точності цифрової моделі рельєфу та її використання в моделюванні / *Мкртчян О.* // Геодезія, картографія і аерофотознімання. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2002. – № 62. – С. 125–130.
73. Наказ Державної служби геології та надр України від 15.02.2012 №44 «Про затвердження Методичних рекомендацій з проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування» / <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0044771-12/sp:max15>
74. *Нестеренко Т.* Онтогенія кулястих індивідів і агрегатів

- техногенного походження / *Нестеренко Т., Іванченко В., Тиришкіна С.* // Мінералогічний збірник. 2007. № 57. Вип. 1. С. 76-80.
75. *Огонь Ц.Г.* Ефективність механізму фінансового забезпечення розвитку мінерально-сировинної бази / *Ц. Г. Огонь* // Актуальні пробл. економіки. – 2012. – № 3(129). – С. 117–129.
76. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. – К.: ВАІТЕ, 2017. – 88 с.
77. *Павлишин В.І.* Людина і камінь (мінералогічні аспекти) / *В.І. Павлишин.* – К.: ВПЦ «Київський університет». – 2005. – 89 с.
78. *Павлюк В.І.* Вдосконалення системи геоекологічного моніторингу техногенно порушених молас Передкарпаття (на прикладі Стебницького родовища калійних солей). – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – ДНУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». – 2017. – 22 с.
79. *Пащенко Р.Е.* Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA / *Р.Е. Пащенко, В.В. Радчук, Г.Я. Красовський та ін.* // Під ред. *С.О. Довгого.* – Київ: ФОП Пономаренко Є.В., 2013. – 316 с.
80. *Пирогов Б.И.* Минералогическое исследование железных и марганцевых руд / *Б.И. Пирогов, В.В. Пирогова.* – Москва: Недра, 1973.– 214 с.
81. *Пирогов Б.И.* Технологическая минералогия железных руд / *Б.И. Пирогов, Г.С.Поротов, И.В. Холошин, В.Н. Тарасенко.* – Ленинград: Наука, 1988.– 302 с.
82. *Платонов А. Н.* Природа окраски самоцветов / *А. Н. Платонов, М. Н. Таран, В. С. Балицкий.* – М.: Недра, 1984. – 196 с.
83. *Плотніков О.В.* Геологічні чинники економічної цінності промислових запасів залізорудних родовищ в докембрійських залізисто-кременистих формаціях Українського щита. – Автореферат докторської дисертації. – Київ, 2002. – 32 с.
84. *Плотніков О.В.* Геолого-економічні чинники промислового значення супутніх корисних копалин залізорудних родовищ Кривбасу / *О.В. Плотніков, М.М. Курило* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 1. – С. 261- 265.

85. *Плотніков О.В.* Визначення етапу використання надр залізородних родовищ Кривбасу за ресурсними та геолого-екологічними показниками / *О.В. Плотніков, М.М. Курило, С.К. Кошарна* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 1.– С. 255- 261.
86. *Плотніков О.В.* Оцінка ступеня виснаженості залізородних родовищ для прогнозування посткліквідаційних робіт / *О.В. Плотніков, М.М. Курило, С.К. Кошарна* // Мінеральні ресурси України. №1. 2019. – С. 26-30.
87. Постанова кабінету Міністрів України від 31.08.1999 № 1606 «Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України».
88. Постанова кабінету Міністрів України від 28.01.2015 №42 «Деякі питання дерегуляції господарської діяльності» / <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/42-2015-%D0%BF#n64>
89. Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010 року : закон України від 22.02.2006 № 3458-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3458-15>
90. Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року: закон України від 21.04.2011 № 3268-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3268-17>
91. Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значенням: Постанова Кабінету міністрів України від 12.12.1994 року № 827-94-п. // <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-94-%D0%BF>
92. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади: Постанова Кабінету міністрів України від 01.04.2014 року № 333-2014 // <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80>
93. Програма розвитку мінерально-сировинної бази Заставнівського району Чернівецької області на 2013–2015 роки // www.zrrada.cv.ua/get/programs/
94. Програма розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) Рокитнівського району Рівненської області на 2013-2015 роки // <http://www.rv.gov.ua/sitenev/rokytnivsk/en/publication/content/24423.htm>

95. Програма розвитку мінерально-сировинної бази Іванівського району Одеської області на 2009–2015 роки // <http://ivanivka-rada.odessa.gov.ua/index.php/2011-10-19-14-18-39/31-2011-09-12-06-59-06/2011-09-12-07-02-33/2011-10-14-13-40-52/469-rorogramu-rozvitku-mineralno-sirovinnoji-bazi-ivaniivskogo-raonu-odeskoji-oblastina-2009-2015-roki>
96. Програма розвитку та промислового освоєння мінерально-сировинних ресурсів Рівненської області на період до 2010 року // <http://oblrada.rv.ua/docs/>
97. *Разовский Ю.В.* Экономическая модель публично-частного партнерства в сфере обращения с отходами недропользования / *Разовский Ю.В., О. А. Улицкий, Е. Н. Сухина, Е. Ю. Савельева* // Горный журнал, 2019, № 8, с. 55-60.
98. *Рева М.В.* Геолого-економічна оцінка супутньо-пластових вод нафтових і газових родовищ Східного нафтогазового регіону України як цінної гідромінеральної сировини. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.19 – економічна геологія. – К.: КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2019. – 20 с.
99. *Рудько Г.І.* Наукове супроводження геологічних об'єктів з метою оптимізації використання ресурсів надр (моніторинг надрокористування) / *Г.І. Рудько, С.В. Гошовський, П.С. Голуб та ін.* – Київ – Чернівці, 2015. – 592 с.
100. *Рудько Г.І.* Регіональні техногенні зміни еколого-геодинамічних умов розробки залізородних родовищ Кривбасу / *Г.І. Рудько, Є.О. Яковлев* // Мінеральні ресурси України, 2018, № 2. – С. 43-50.
101. *Рудько Г.І.* Державна комісія України по запасах корисних копалин – діяльність та перспективи / *Г.І. Рудько, В.І. Ловинюков, В.Г. Григіль* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 2. – С. 292- 299.
102. *Старостенко В. І.* Розвиток сейсмологічної мережі на території України для цілей сейсмічного захисту / *В. І. Старостенко, О. В. Кендзера, Ю. В. Лісовський, Ю. В. Семенова* // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. – К.: ПГНС, 2011. – Вип. 19. – С. 144–150.
103. *Стеценко А.І.* Основні джерела та чинники техногенного впливу на осадові породи центральної частини Кривбасу. / *А.І. Стеценко, В.В. Іванченко* // East European Scientific Journal, 2016, №12, part 1, p. 39-46.

104. *Сухіна О.М.* Екосистемний підхід до вартісної оцінки збитків від забруднення навколишнього природного середовища / *О.М. Сухіна* // Економіка України. – 2018. – № 1. – С. 54–70.
105. *Триснюк В.М.* Картографічні модель зон ймовірних підтоплення річки Дністер / *В.М. Триснюк, Т.В. Триснюк* // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ); Івано-Франківськ: Симфонія форте. – 2017. – № 2 (16). – С. 118–124.
106. *Триснюк В.М.* Алгоритм оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС. / *В.М. Триснюк, А.А. Нікітін В.О. Шумейко* // Системи управління, навігації та зв'язку. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. – Вип. 6 (46). – 2017. – С. 102–110.
107. *Трофимов В.Т.* Экологическая геология. Учебник./ *В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг.* – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 415 с.
108. *Трофимчук О.М.* Геоінформаційні технології захисту довкілля / *О.М. Трофимчук, В.М. Триснюк* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 2. – С. 44-49.
109. *Трофимчук О.М.* Концептуальні підходи щодо організації моніторингу геологічного середовища і мінеральних ресурсів України в сучасних умовах / *О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев, М.М. Курило, С.К. Кошарна* // Екологічна безпека та природокористування, № 4 (28), 2018. – С. 7-26.
110. *Удалов І.В.* Цикли техногенної трансформації геологічного середовища та створення системи екологічної безпеки Північно-Східного Донбасу. - Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 26.06.01 – екологічна безпека. – К.: ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». – 2017. – 39 с.
111. *Улицький О. А.* Методологія оцінки економічних збитків від забруднення екосистем гірничодобувних регіонів / *О. А. Улицький, О.М. Сухіна* // Мат-ли 5-ої міжнар. наук.-прак. конференції «Надрокористування в Україні. перспективи інвестування» (м. Трускавець, 8-12 жовтня 2018 р.). Т. 2. – С. 50-56.

112. Фокина А. (19.07.2019) Французские писатели-фантасты помогут армии республики / <https://www.kommersant.ru/doc/4038370>
113. Чому більше ренти за газ, нафту і бурштин має надходити до місцевих бюджетів? // <https://news.finance.ua/ua/news/-/422329/vasylgolyan-chomu-bilshe-renty-za-gaz-naftu-i-burshtyn-maye-nadhodytydo-mistsevyh-byudzhetiv>
114. Шехунова С.Б. Интегральная геологическая модель Солотвинской структуры как инструмент оценки геоэкологического статуса Солотвинского родовища кам'яної солі / С.Б. Шехунова, М.В. Алексеевкова, С.М. Стадніченко, Н.П. Сюмар // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України, 2015, вип. 8, стр. 233-250 DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2015.146791>
115. Шостак Л.Б. Регулирование экономического роста в условиях природно-ресурсных ограничений / Л.Б. Шостак. - Киев: СОПС Украины. – 1998. – 320 с.
116. Яковлев В.В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання. - Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 26.06.01 – екологічна безпека. – К.: ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». – 2017. – 35 с.
117. Яковлев Е.А. Применение принципов геоэнергетики при прогнозе региональных изменений гидро- и инженерно-геологических русловий / Е.А. Яковлев, Д.Р. Литвак, В.В. Кухар // Геологический журнал. – 1984, №1. С. 69-75.
118. Яковлев Є.О. Оцінка напружено-деформованого стану порід Солотвинської солянокупольної структури в Закарпатті (за результатами методу природних імпульсів електро-магнітного поля Землі) / Є.О. Яковлев, С.Б. Шехунова, М.В. Алексеевкова, Н.П. Сюмар // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2016, вип. 9, стр. 83-96. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2016.144246>
119. Яковлев Є.О. Критичні зміни екологічного стану надр Донбасу / Є.О. Яковлев // Мінеральні ресурси України. 2017. №3. – С. 34-39.
120. Batterham R.(2014) Lessons in sustainability from the mining industry /Robin Batterham / «SYMPHOS 2013», 2nd International

- Symposium on Innovation and Technology in the Phosphate Industry // *Procedia Engineering* 83 (2014) 8 – 15.
121. Best Environmental Practices in the Mining Sector in the Barents Region / International Conference in Rovaniemi, 23–25 April 2013. – 86p. // www.norden.org/en/publications
 122. *Chen K.H.* (2018) Research of mining wasteland reclamation and regeneration modes in Shendong Mining Region / *K.H. Chen* // 4th International Conference on Agricultural and Biological Sciences. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 185 (2018) 012027. – 14 p. – doi :10.1088/1755-1315/185/1/012027
 123. *Cojean R.* (2005) The post-mining context at Decazeville-Firmi concession (Aveyron, France): analysis of impacts resulting from the cessation of pumping at the central shaft. Survey of various scenarios related to the water level of the Pit lake in the Grande Decouverte / *Roger Cojean, Nicolas Franco, Jean-Claude Lazarewicz, Agnès Blachere, Dorothee Lefort, et al.* / Symposium Post mining 2005, Nov 2005, Nancy, France. pp.NC, 2005 // <https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00972519>
 124. *Cotula L.* (October 2018) Special economic zones: engines of development or sites of exploitation? / *Lorenzo Cotula and Liliane Mouan* / IIED Briefing / <http://pubs.iied.org/17481IIED>
 125. *Fagiewicz K., Mękariski M.* (2018) Ecological and social aspects in the management of post-mining areas. An example of the Adamów lignite basin / *Katarzyna Fagiewicz, Michał Mękariski* // Civil and environmental engineering reports, 2018, 28 (3). – P. 50-64. DOI: 10.2478/ceer-2018-0034
 126. *Heymann E.* (2013) Europe's re-industrialization. The gulf between aspiration and reality / *Eric Heymann, Stefan Vetter.* – Frankfurt am Main: Deutsche Bank AG, DB Research, 2013. – P. 2.
 127. *Hotelling H.* (1931) The Economics of Exhaustible Resources / *Hotelling H.* // *Journal of Political Economy*, 1931/ Vol. 39. N 2. P. 137-1751.
 128. <http://geoinf.kiev.ua/specdozvoli>
 129. <https://livingatlas.arcgis.com/wayback/>
 130. <http://ukrgeology.com.ua/>
 131. <http://www.geo.gov.ua/>
 132. *Hutchinson M.F.* Development of a continent-wide DEM with applications to terrain and climate analysis / *M.F. Hutchinson* // *M.F. Goodchild et al (eds), Environmental Modeling with GIS.* – New York: Oxford University Press, 1993. – P. 392–399.

133. *Hutchinson M.F.* Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines / *M.F. Hutchinson* // *International Journal of Geographic Information Systems*. – 1995. – Vol. 9 (4). – P. 385–403.
134. *Kokko K.* (2015) Sustainable mining, local communities and environmental regulation / *Kai Kokko, Arild Buanes, Timo Koivurova, Vladimir Masloboev, Maria Pettersson* // *BARENTS STUDIES: Peoples, Economies and Politics*. Vol. 2, Issue 1, 2015. – P. 50–81.
135. *Kosharna, S.* (2018), Three-dimensional distribution of heavy metals in the areas of tailing pits of the Kryvyi Rih mining and processing objects / *S. Kosharna, A. Stetsenko, V. Glon* // *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 23, pp. 119-131. ISSN: 1335-1788.
136. *Kretschmann J.* (2017) From Mining to Post-Mining: The Sustainable Development Strategy of the German Hard Coal Mining Industry / *J. Kretschmann, A.B. Efremkov, A.A. Khoreshok* / *Ecology and safety in the technosphere: current problems and solutions*. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **50** (2017) 012024. – P. 9, doi:10.1088/1755-1315/50/1/012024
137. *Kulikovska O. Y.* Innovative solution of mapping process of accident site / *O. Y. Kulikovska, Y. Y. Atamanenko, O. K. Kopayhora* // *East European Scientific Journal*. – Warsaw, Poland. – 2018. – № 3 (31). – Part 3. – P. 15–22.
138. *Mehta P. S.* (2002) The Indian Mining Sector: Effects on the Environment & FDI Inflows / *Pradeep S. Mehta* // *CCNM global forum on international investment. Conference on Foreign Direct Investment and the Environment: Lessons to be learned from the Mining Sector. 7-8 February 2002 OECD*. – Paris, France.
139. Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) / *International Institute for Environment and Development* / <https://www.ied.org/mining-minerals-sustainable-development-mmsd>
140. Risk Assessment Report of Advisory Mission to Ukraine “Solotvyno salt mine area”. Union Civil Protection Mechanism of EU. October 2016. – 134 p.
141. *Sardinha I. Dias* (2010) The REHMINE research project: the threefold value of São Domingos abandoned mine rehabilitation in southern Portugal / *I. Dias Sardinha, J. Carolino, I. Mendes & P. Verga Matos* // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*,

Vol 141, 2010. – P. 28-38. / WIT Press, ISSN 1743-3541 (on-line)

www.witpress.com, doi:10.2495/BF100031

142. *Sklenicka P.* (2004) Non-productive principles of landscape rehabilitation after long-term opencast mining in north-west Bohemia / *P. Sklenicka, I. Prikryl, I. Svoboda and T. Lhota* // The Journal of The South African institute of Mining and Metallurgy. March 2004. – P. 83-88.

ДОДАТКИ

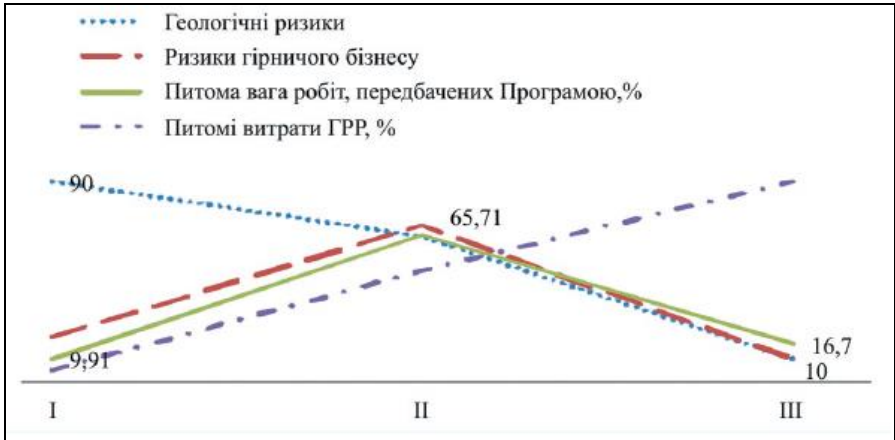


Рис. 1. Співвідношення геологічних ризиків і ризиків гірничого бізнесу з розподілом державного фінансування ГРР за Програмою розвитку МСБ України до 2030 року

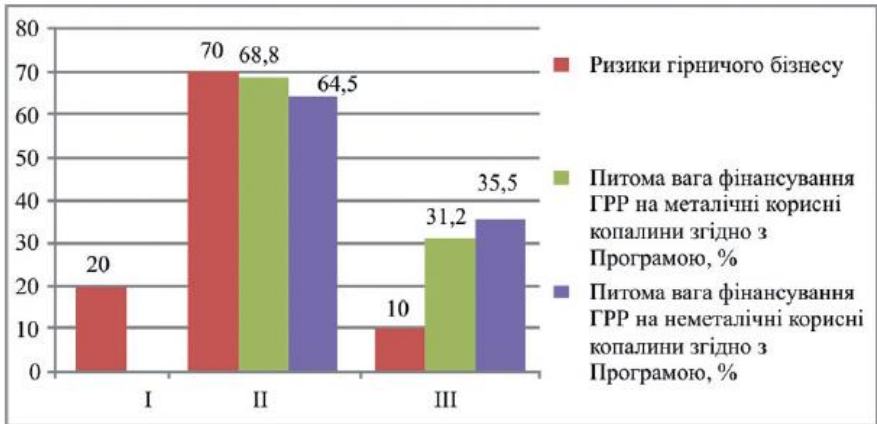


Рис. 2. Співвідношення ризиків гірничого бізнесу з розподілом державного фінансування ГРР на металічні і неметалічні корисні копалини за Програмою розвитку МСБ України до 2030 року

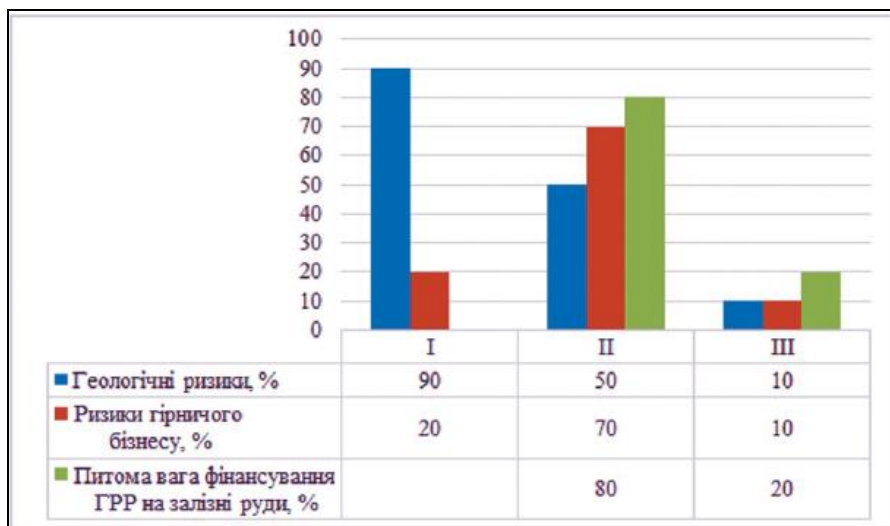


Рис. 3. Співвідношення ризиків гірничого бізнесу з розподілом державного фінансування ГРР на залізні руди за Програмою розвитку МСБ України до 2030 року

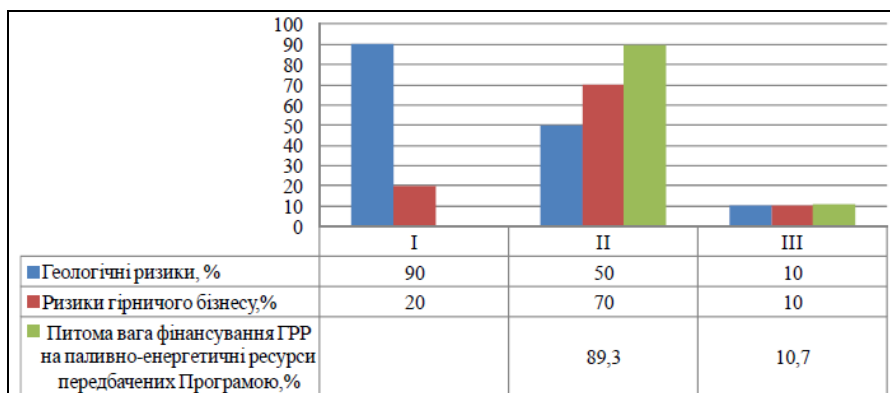


Рис. 4. Співвідношення ризиків гірничого бізнесу із розподілом державного фінансування ГРР на паливно-енергетичні ресурси за Програмою розвитку МСБ України до 2030 року

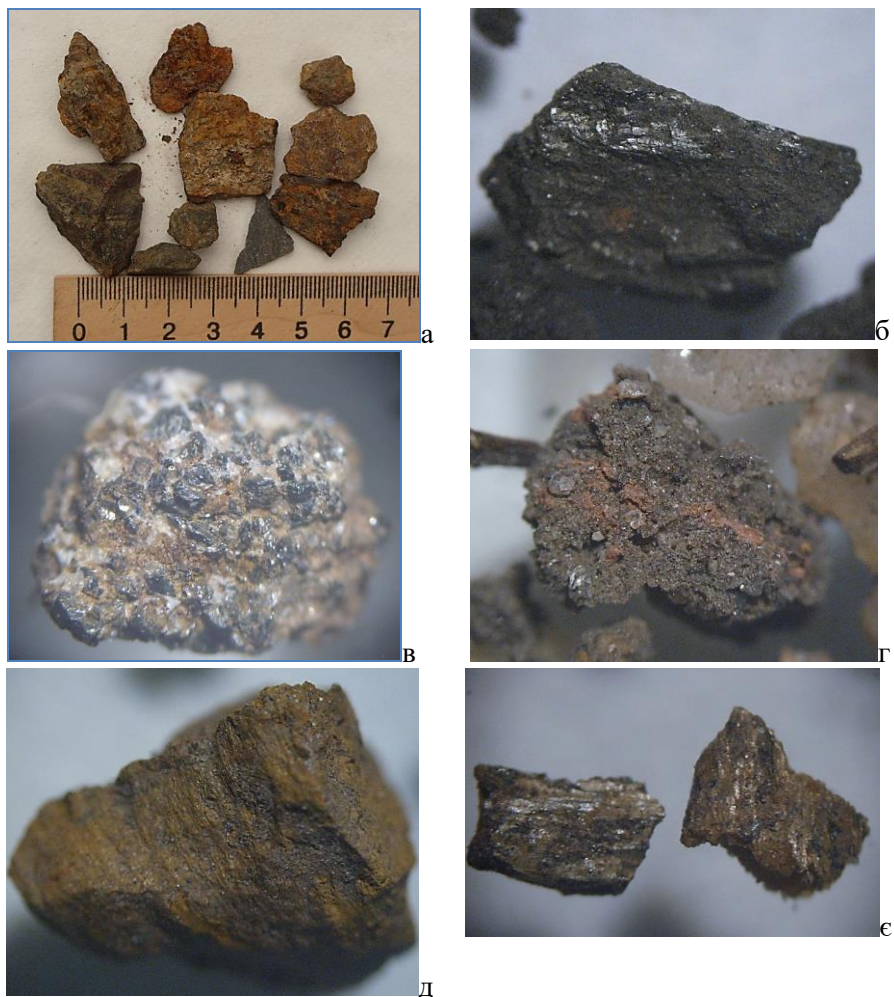


Рис. 5. Літокласти у донному осаді поверхневих водойм Північного Криворіжжя: а - жорстка вивітрених порід Криворізької серії; б - - мартитизований магнетитовий кварцит; в - вивітрений слюдяний сланець з бластокристаллами альмандину і магнетиту; г - мартит-гетитова руда, д, е - фрагменти сланцевих окисленого залізного кварциту. Місця відбору проб: а, в - б. Петриківська; б, е - б. Грядкувата; г, д - р. Саксагань. Бінокуляр. Збільшення: б, г, д - 15^{\times} ; в - 30^{\times} ; е - 10^{\times} .

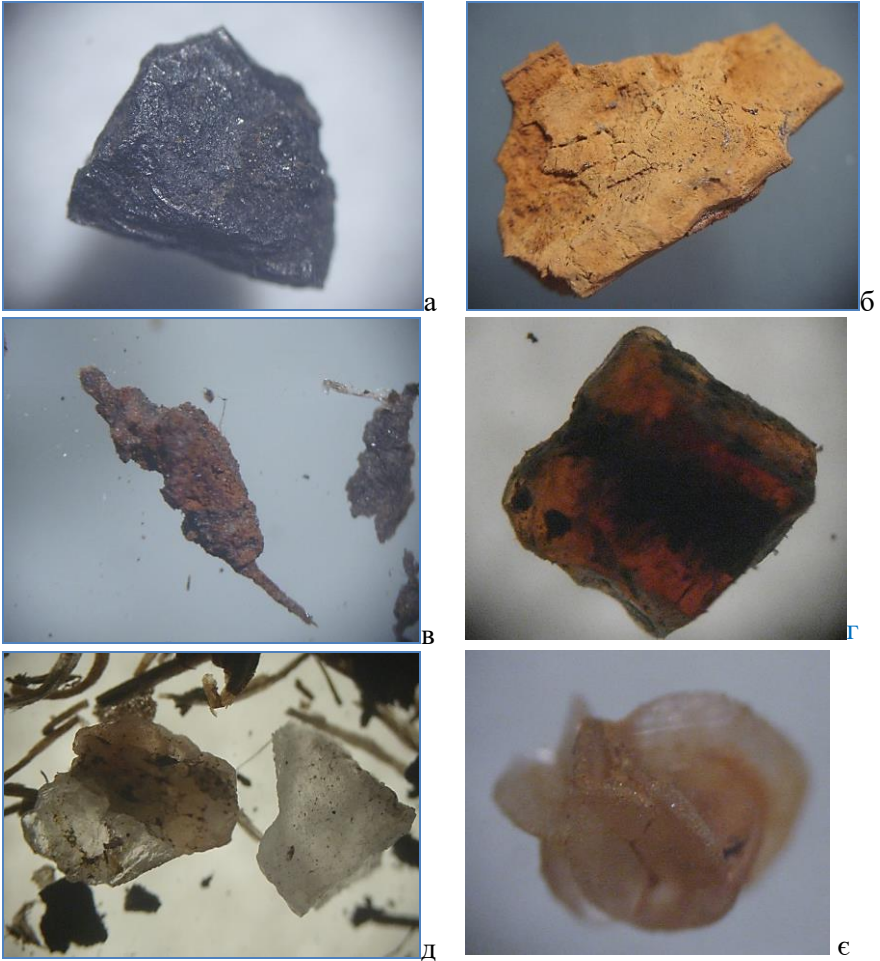


Рис. 6. Кристалокласти у складі донного осаду водойм Північного Кривбасу: а - зерно мартиту; б - кірка лімоніту; в - гідроксиди заліза, осаджені на рослинних рештках осаду; г – метаморфогенний кварц з кори вивітрювання залізистих кварцитів, забарвлений у червоний колір включеннями дисперсного гематиту (алотигенний тип забарвлення за [82]); д - жильний гідротермальний кварц; е - друзи гіпсу з еолових суглинків четвертинної системи. Місця відбору проб: а, в, д – балка в с. Калинівка, б – б. Петриківка, г – б. Північна Червона; е - р. Саксагань. Бінокуляр. Збільшення: а – 50X; б, д - 15X; в - 40^X; г - 20^X; е - 100^X.



а

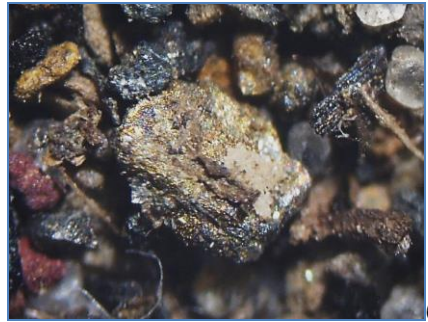


б

Рис. 7. Органічні рештки осаду: а - мушля гастроподи; б - уламки стулок моллюска, утворені з блакитного кальциту (реакція на HCl). Місця відбору проб: а - б. Петриківська; б - с. Калинівка. Бінокляр. Збільшення: а – 20^х; б – 40^х.



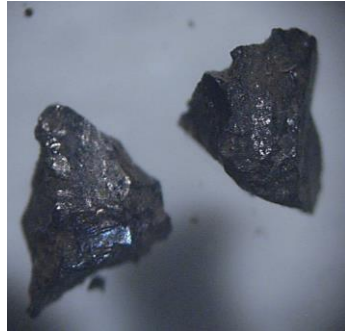
а



б



в

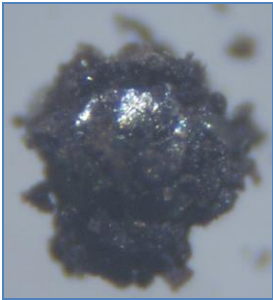


г

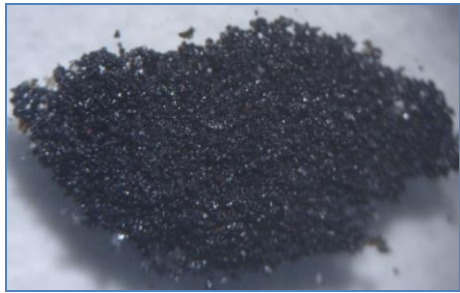
Рис. 8. Перетворені природні компоненти осаду (видобути, переміщені, подрібнені тощо): а - магнетитовий кварцит з егірином; б – незмінений кубічний кристал піриту з кіркою гіпергенного кальциту; в - фрагмент будівельної штукатурки; г - кам'яне вугілля. Місця відбору проб: а, г - б. Грядкувата; б, в - б. Петриківська. Бінокляр. Збільшення: а – 25^х; б – 40^х; в, г - 20^х.



а



б



в

Рис. 9. *Перетворений природний компонент* донного осаду р. Саксагань: а – магнетитовий концентрат ГЗК (чорне) в суміші з кварцом (біле) та іншими мінералами алювію; б – флокула дрібних зерен магнетитового концентрату навколо ідіоморфних кристалів магнетиту; в - втрачений магнетитовий концентрат ГЗК у складі річкового алювію. Місця відбору проб: а - р. Саксагань; б - с. Калинівка; в - б. Приворотна. Бінокуляр. Збільшення: а – 200^{\times} ; б, в – 100^{\times} .

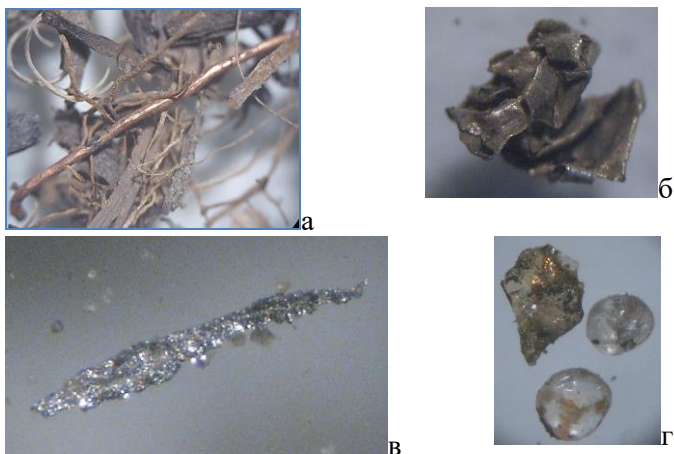


Рис. 10. Металеві часточки промислового походження у складі донного осаду: а - мідна проволочка з рослинними рештками донного осаду; б – алюмінієва фольга; в – металева стружка; технічне скло з металевими включеннями. Місця відбору проб: а - б. Петриківська; б - б. Грядкувата; в, г – б. Північна Червона. Бінокуляр. Збільшення: а – 15^{\times} ; б – 30^{\times} ; в, г – 60^{\times} .

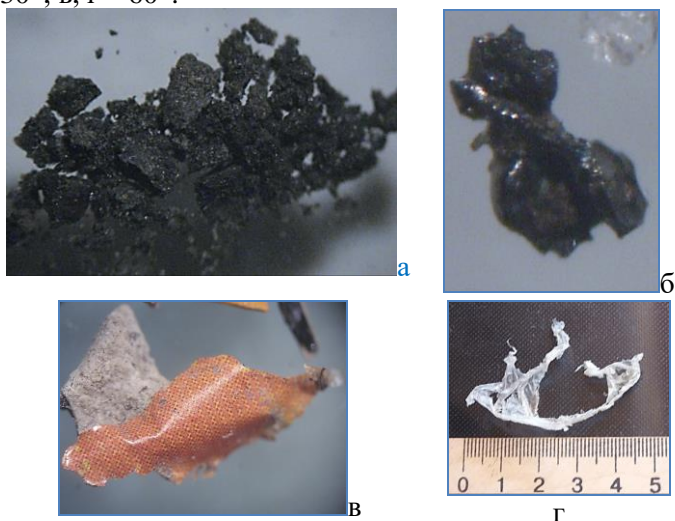


Рис. 11. Промислові органічні компоненти осаду: а - графіт електротехнічний (+3-5 мм); б – часточки мазути; в - уламки пластмас (+3-5 мм); г – диспергований шматочок поліетилену. Місця відбору проб: а– б. Північна Червона; б - р. Саксагань; в, г – б. Петриківська. Бінокуляр. Збільшення: а – 10^{\times} ; б – 30^{\times} ; в – 20^{\times} .

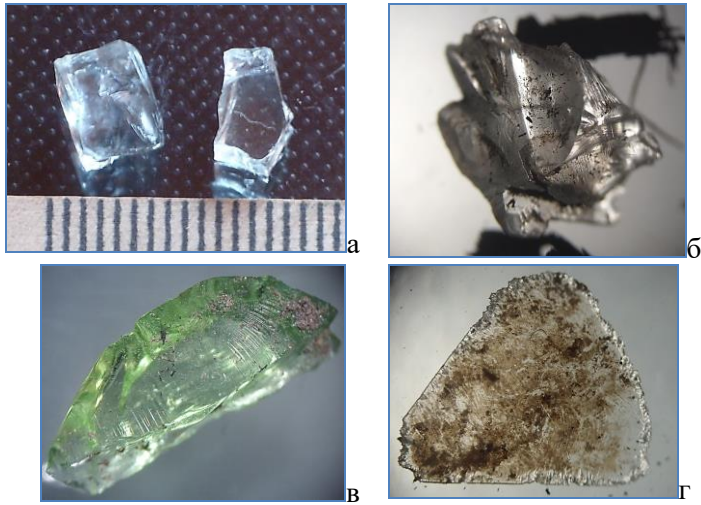


Рис. 12. Фрагменти скляних виробів у донному осаді водойм: а - скло автомобільне; б - осколок віконного скла; в – скло з розбитих пляшок; г - тонка пластинка скла з ламп розжарювання. Місце відбору проб – б. Петриківська. Бінокуляр. Збільшення: б, в – 100^{\times} ; г – 10^{\times} .

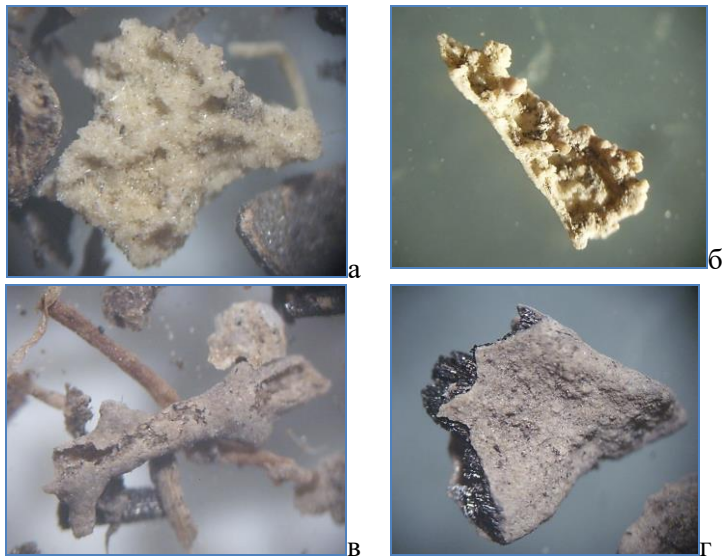


Рис. 13. Відновлені техногенні компоненти осаду: - соляні кірки, друзи, щітки, вицвіти на рослинних рештках і інших компонентах осаду. Місця відбору проб: а, б – балка в с. Чабаново; в, г – б. Петриківська. Бінокуляр. Збільшення: а, г – 30^{\times} ; б – 100^{\times} ; в – 10^{\times} .



Рис.14. Створення карти землекористування та рослинного покриття за допомогою даних ДЗЗ [108]

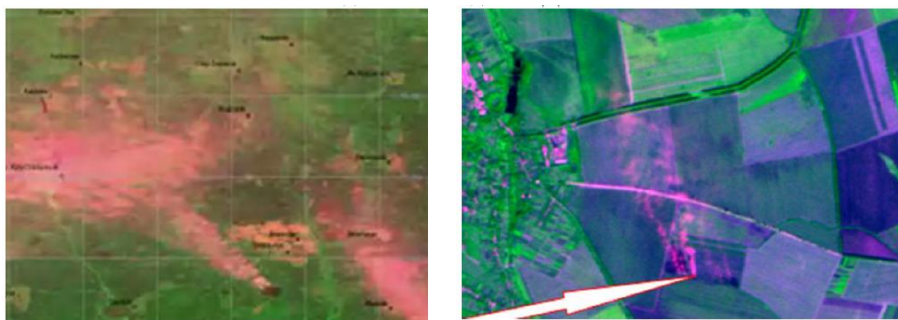


Рис. 15. Ідентифікація на космічних знімках пожеж [108]



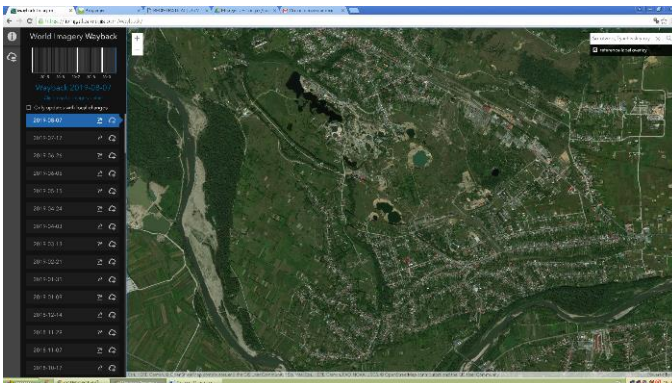
Рис.16. Провальні кратери шахт №7 та №8, Солотвино [30]



13 вересня 2017 року



26 вересня 2018 року



07 серпня 2019 року

Рис. 17. Дані космічної зйомки території Солотвинського родовища [129]

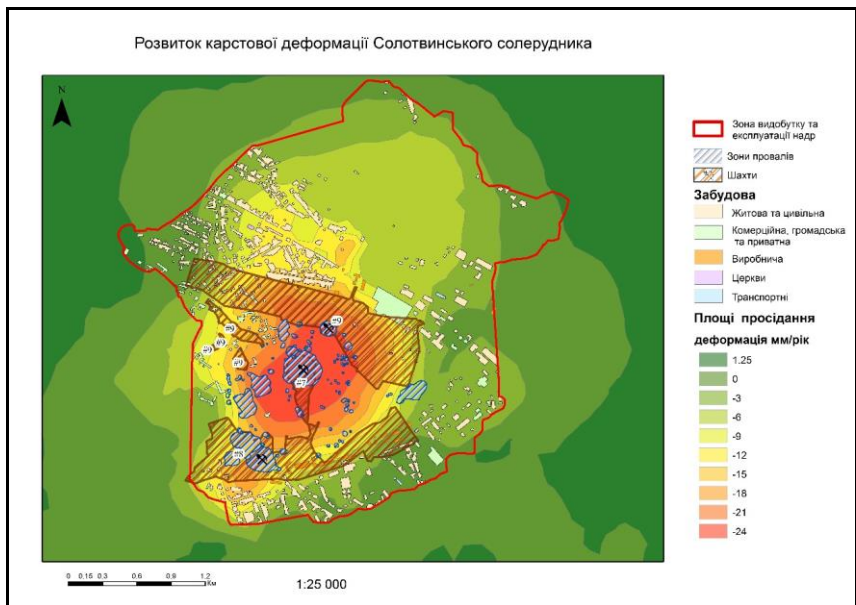


Рис. 18. Карта деформації поверхні Солотвинської агломерації [30].

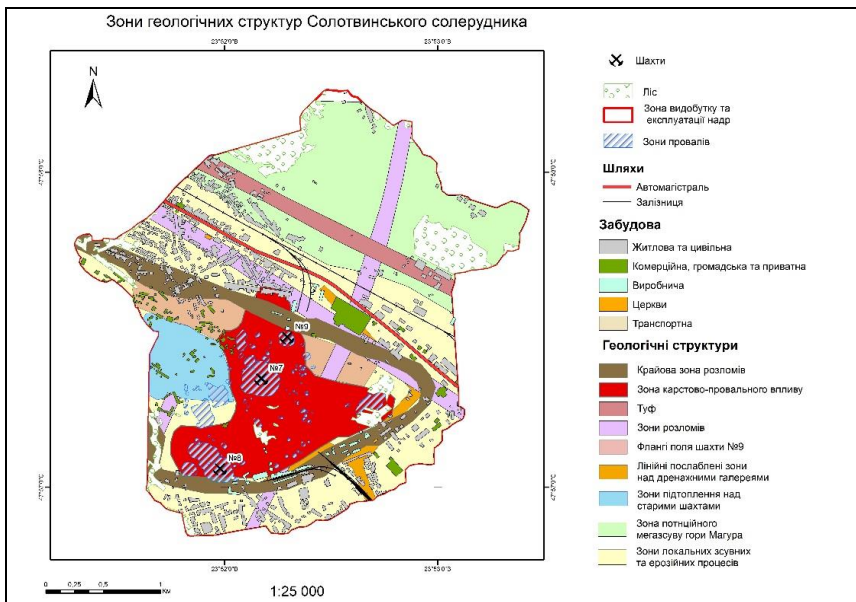


Рис.19. Зони геологічних структур Солотвинського солерудника.

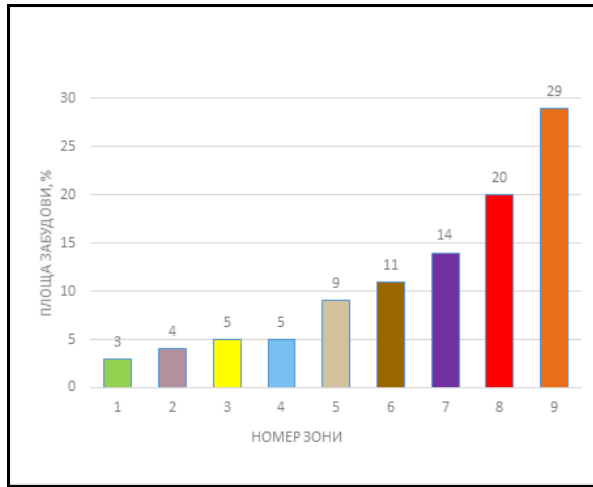


Рис. 20. Геодинамічний вплив солерудника на забудову Солотвинської агломерації: 1 – зона потенційного мегазсуву г. Магура, 2 – зона розвитку вулканогенних туфів, 3 -зона карстово-провального впливу, 4 - зони підтоплення над історичними (старими) шахтами (XIXв.), 5 - фланги поля шахти №9, 6 - крайова зона розломів, 7- зони розломів, 8- зони розвитку локальних зсувних та ерозійних процесів, 9 - лінійні послаблені зони над дренажними галереями.

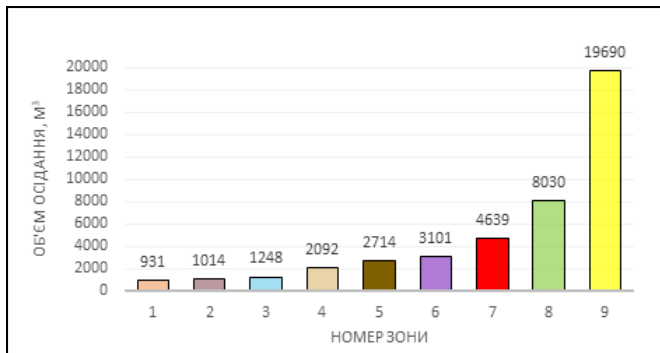


Рис. 21. Об'єм осідання поверхні зон геологічних структур: 1 – лінійні послаблені зони над дренажними галереями, 2 – зона розвитку вулканогенних туфів, 3- зони підтоплення над історичними (старими) шахтами (XIXв.), 4 - фланги поля шахти №9, 5 - крайова зона розломів, 6 - зони розломів, 7 - зона карстово-провального впливу, 8 - зона потенційного мегазсуву г. Магура, 9 - зони локальних зсувних та ерозійних процесів.

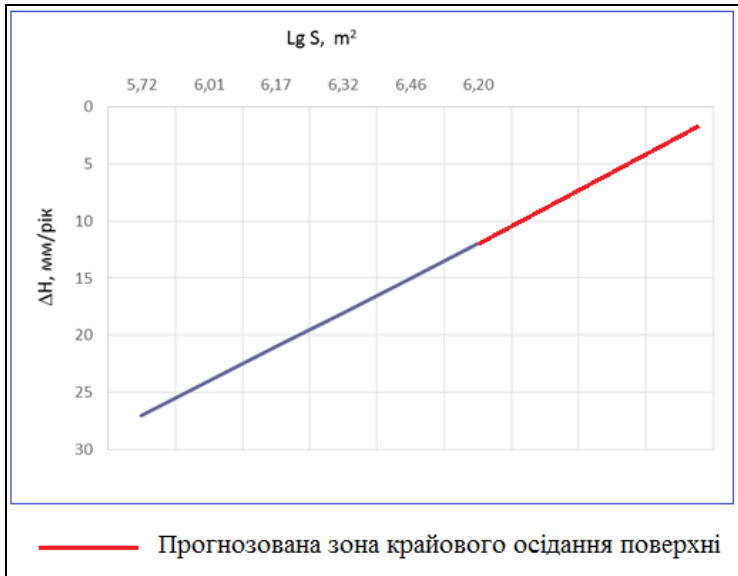


Рис. 22. Площинно-радіальний розвиток карстової деформації денної поверхні зони впливу поля шахти №7

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Довгий Станіслав Олексійович
Трофимчук Олександр Миколайович
Коржнев Михайло Миколайович
Яковлев Євген Олександрович
Триснюк Василь Миколайович
Анпілова Євгенія Сергіївна
Балега Анастасія Володимирівна
Іванченко Владислав Вікторович
Курило Марія Михайлівна
Кошарна Софія Костянтинівна

МОНІТОРИНГ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ ІІ ПІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ У КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Оригінал-макет авторський

Підписано до друку 20.12.2019. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Умови, друк. арк. 8,61. Наклад 300 пр. Зам.№ 94.
ТОВ НВП «Ніка-Центр». 03680, Київ, вул. Кржижановського, 4.
т./ф. (044) 39-011-39; e-mail:psyhea9@gmail.com; www.nika-centre.kiev.ua
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів видавничої продукції ДК №5368 від 26.06.2017

Видано за участю ТОВ «Концент»