

DOI: 10.32347/2076-815x.2026.91.638-649

УДК 550.34:622.83:624.131

д.т.н., професор **Куліковська О.Є.**,

kulikovskaja13@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2168-1445,

Львівський національний університет

ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького

УПРАВЛІННЯ ТЕРИТОРІЯМИ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ У ЗОНАХ ГЕОДИНАМІЧНОГО РИЗИКУ: МОНІТОРИНГ ІНЖЕНЕРНИХ ОБ'ЄКТІВ У ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Розглянуто актуальні питання забезпечення стійкості та екологічної безпеки інженерних об'єктів у гірничодобувних регіонах в умовах геодинамічної активності. Звертається увага на важливість урахування фізико-механічних змін у геологічному середовищі, зокрема в зонах розломів, де можуть виникати деформації, що провокують надзвичайні ситуації. Встановлено необхідність удосконалення маркшейдерсько-геодезичного моніторингу з урахуванням геодинамічних чинників та проведення геодинамічного районування при плануванні й експлуатації об'єктів. Наголошується на тому, що геодинамічні зони становлять загрозу для всіх техногенних споруд, а своєчасний моніторинг і картування можуть значно знизити ризики аварій і катастроф. Вказано на потребу впровадження науково-прикладних засад маркшейдерсько-геодезичного моніторингу для забезпечення екологічної безпеки урбанізованих техногенно навантажених територій.

Ключові слова: геодинамічні зони; гірничодобувні регіони; маркшейдерсько-геодезичний моніторинг; техногенні об'єкти; екологічна безпека; геологічне середовище; деформації; тектонічна активність; геодинамічне районування; неотектоніка; урбанізовані території; інженерні споруди.

Проблема і її зв'язок із науковими і практичними завданнями. Для сучасних гірничодобувних регіонів властивий розвиток змін фізико-механічних властивостей геологічного середовища (зони розломів), у яких розвиваються деформації, що здатні провокувати виникнення надзвичайних ситуацій внаслідок розробки родовищ корисних копалин із значними екологічними і соціально-економічними наслідками. Все це вимагає удосконалення маркшейдерсько-геодезичного моніторингу гірничодобувних регіонів та об'єктів розробки з урахуванням геодинамічних чинників [1-3]. Геодинамічні зони, що розділяють блоки гірських масивів різної тектонічної активності, існують повсюдно і представляють загрозу для всіх техногенних об'єктів [5].

Найбільш небезпечні вузли перетину геодинамічних зон, які викликають аварії і катастрофи, що виникають внаслідок геодинамічних причин на об'єктах різного призначення [4].

У нових умовах Україна продовжує зберігати позицію одного з найважливіших мінерально-сировинних регіонів світу. Мінерально-сировинний потенціал України загалом достатній для проведення ефективної економічної політики. За кількістю та якістю родовищ корисних копалин Україна стабільно обіймає перше місце в Європі: частка країни у світовому видобутку мінеральної сировини становить близько 5%, це більше 20 млрд. доларів США на рік. Провідні місця в світі Україна обіймає за багатьма видами корисних копалин.

У межах її території зосереджено біля 7,8% світових запасів залізних руд, 43,6% марганцевих руд, біля 20% титанових руд. Балансові запаси залізних руд України оцінюються в 32,9 млрд. т і 67,7% їх зосереджено в Криворізькому залізорудному басейні [7]. Сьогодні гірничо-металургійний комплекс Кривбасу складається із 7 акціонерних товариств, які займаються видобутком, переробкою і випуском сировини для чорної металургійної промисловості – залізорудного концентрату, металургійним виробництвом у різних обсягах.

Відсутність ефективної системи управління в сфері охорони навколишнього природного середовища та більш повільне, ніж очікувалося, проведення структурних реформ і модернізації технологічних процесів призводить до збільшення рівня порушення геологічного середовища, зумовлює створення та розробки ефективних підходів до використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Довгострокова та інтенсивна експлуатація родовищ мінеральної сировини привела до створення проблемних екологічних зон в Криворізькому залізорудному басейні, який експлуатується 140 років. Проблемними питаннями, що вимагають екстреного рішення і постійного фінансування, є: захист р. Інгулець від скидання шахтних і кар'єрних високо мінералізованих вод; гідроізоляція діючих шахт підприємств Кривбасу і навколишніх міських територій від затоплення та підтоплення; складування твердих відходів збагачення, рекультивация земель; ліквідація кар'єрних і шахтних пустот в обсягах, які можуть привести надалі навіть до виникнення техногенних землетрусів; захист повітряного басейну та ін. З реструктуризацією і закриттям частини гірничорудних підприємств рішення екологічних проблем стає ще більш важливішим [7]. Фінансування робіт по реструктуризації шахт і переходу їх в режим гідроізоляції з кожним роком погіршується, а проблеми нагромаджуються (рис. 1).

Для ефективного функціонування залізорудних підприємств необхідно сконцентрувати у складі галузі науковий і проектний потенціал на базі

існуючих інститутів, провівши їх реформування і системну організацію підготовки кадрів відповідно до нових технологій в залізорудній галузі [7].

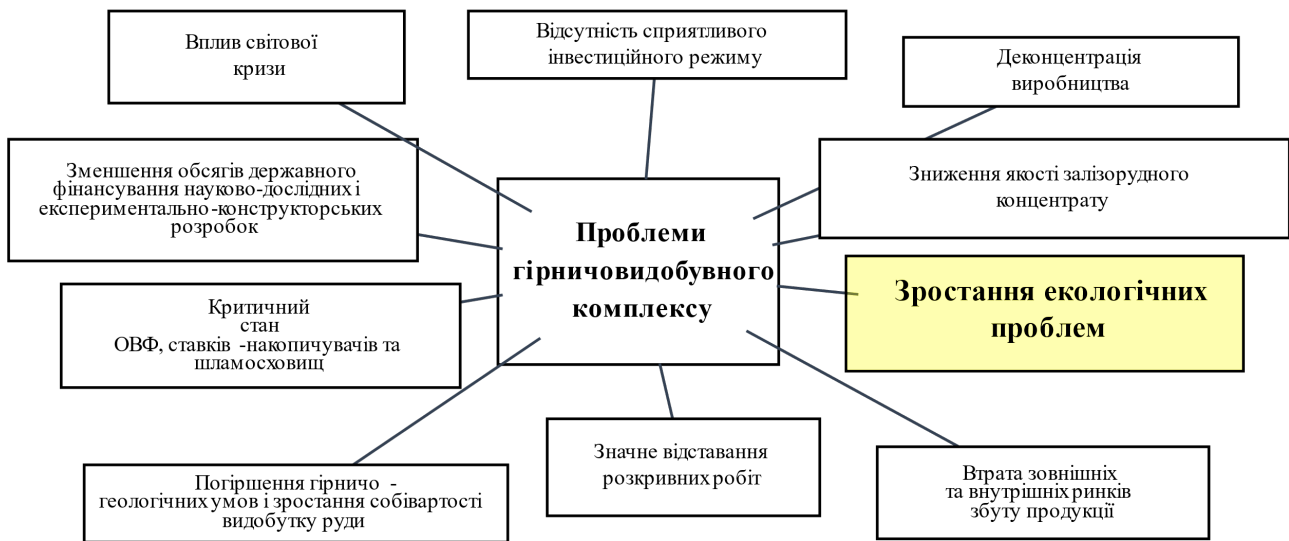


Рис. 1. Головні проблеми та специфічні умови функціонування гірничодобувного комплексу Криворізького басейну

Реформування залізорудної галузі в з'єднанні з внутрішнім реформуванням підприємств в запропонованих напрямках дозволить Кривбасу займати й надалі одне з головних місць у залізорудному бізнесі України та світу [8].

У процесі одного виробничого циклу на гірничодобувних, гірничозбагачувальних, металургійних, хімічних, кам'яно-дробильних комбінатах утворюється щорічно до 600-660 млн. м³ (або близько 1,5 млрд. т) відходів (рис. 2).

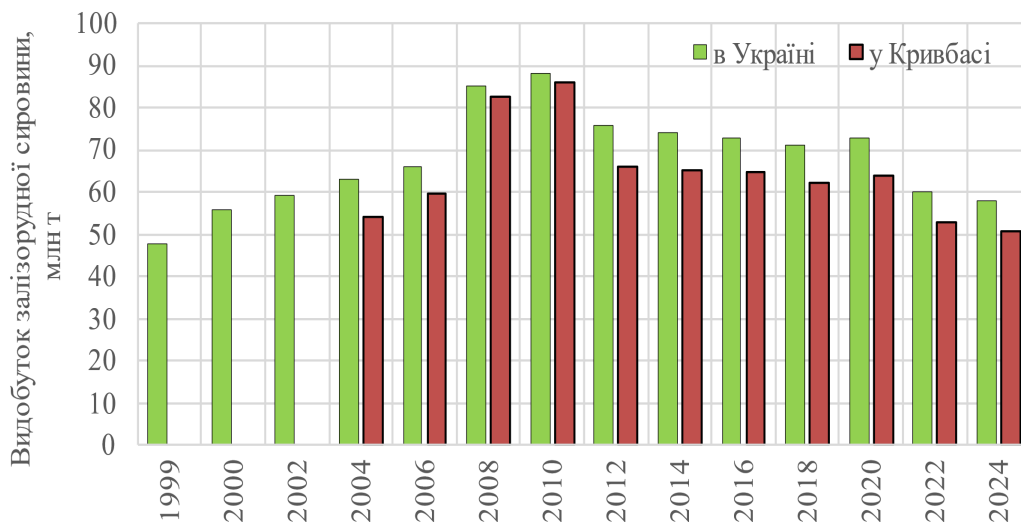


Рис. 2. Порівняльний аналіз видобутку залізорудної сировини 1999 - 2024 рр.

У процесі видобутку корисних копалин на розкривних і підготовчих роботах у відвали переміщується близько 500 млн. м³ піщаних, глинистих і скельних порід. Внаслідок первинної переробки, збагачення видобутої руди утворюється 75-80 млн. м³ відходів. Все це нарощує суттєве техногенне навантаження на довкілля і призводить до зміни природного стану складових екосистем.

Криворізький басейн сьогодні перетворився в неймовірно спотворений техногенезом регіон степової України з характерним рельєфом і критичним екологічним станом довкілля, регіон, у якому природні ландшафти й екосистеми на 70% перетворені на природно-техногенні та, здебільшого, техногенні. У регіоні щорічно видобувається понад 200 млн. т гірської маси.

Наслідками такої діяльності стали безповоротні відторгнення величезних площ корисних земель, порушення природних режимів і складу підземних та поверхневих вод, розвиток шкідливих екзогенних геологічних процесів, підтоплення територій, деградація ґрунтів [8-10].

Нарощування потужності гірничо-добувних підприємств, направлених на видобуток з надр тільки заліза, призвело до того, що із здобутої гірської маси в металургійну переробку надходить тільки 20%, інше є відходами виробництва і йде у відвали і шламосховища, які займають величезні площі родючих земель. Так, шламосховища, загальною площею 7100 га, містять близько 2,5 млрд. т шламу. Середній вміст заліза в них близько 15% [6]. Кар'єри в Криворізькому басейні займають площу 4000 га, а площа під відвалами розкривних порід і некондиційних руд складає в даний час близько 6000 га. Висота новітніх антропогенних форм рельєфу – відвалів, в середньому складає 60-70м, але не рідкість вже і стометрові відмітки при довжині в 3-4км і ширині 1,5 - 2,0 км. Загальна площа відчужених земель до 2022 р. досягла 78,4 тис. га, тоді як площа рекультивованих земель не перевищує 770 га, тобто близько 4%. При цьому, вплив нових форм рельєфу, які створені в регіоні у результаті техногенезу є ще слабо вивченими і вимагають додаткового дослідження, як чинника зміни геологічного середовища.

Слід також відзначити, що за багаторічний період досліджень у Криворізькому басейні тектонічним рухам, а тим більше неотектонічним рухам земної кори уділялося мало часу і уваги. Частіше всього апріорно приймалася та або інша концепція тектонічної будови, яка нерідко базувалася на застарілих поняттях, переслідуючи різні цілі. Якщо ж виходити з чисто практичних задач, то слід вважати, що не тільки існують, але і вимагають постійного вивчення як вертикальні, так і горизонтальні рухи земної кори в регіоні з позицій міри і числа. При перегляді початкових геолого-тектонічних концепцій необхідно тлумачити геологічну структуру Криворізько-Кременчуцької зони

(залізорудного поясу) з геодинамічних позицій, що дозволить перейти від переважно статичної емпіричної і чисто описової моделі його будови до динамічної, якісно нової моделі геолого-тектонічної структури регіону. У цьому зв'язку весь регіон можна розділити на крупні блоки і продовжити раніше початі роботи по обґрунтуванню і створенню спеціальних геодинамічних полігонів для подальших спостережень.

Виходячи з комплексного підходу до виконання досліджень маркшейдерсько-геодезичної спрямованості слід використовувати і різні методи спостережень природних і техногенних процесів на земній поверхні та її надрах, виділяючи при цьому вплив відкритих гірничих робіт, підземних гірничих робіт, вибухових робіт і складову природного ходу сучасних тектонічних рухів.

Програма проведення досліджень повинна враховувати зонування території по видах використання; ступінь вивченості території в цілому і її окремих частин; дані про типи і значення функціонуючих і запроєктованих споруд; точність і періодичність спостережень, що забезпечують отримання достовірної інформації про явища, що вивчаються; визначення меж взаємодії елемента бази з геологічним середовищем.

Організація моніторингу повинна бути виконана на основі комплексу робіт за первинною оцінкою ситуації для кожного елемента навколишнього середовища. Результати обстеження необхідно представити у вигляді тематичних карт, які дозволять оцінити число і просторове розташування небезпечних ділянок обов'язкового моніторингу з урахуванням сучасних існуючих технологій спостережень.

В результаті повинна бути створена база даних по основних компонентах навколишнього середовища, що постійно оновлюється. Найдорожчою і трудомісткою стане розробка методики і організації первинних досліджень. Подальше функціонування системи моніторингу вимагає набагато менших витрат, але з кожним роком буде все більш цінною, завдяки збільшенню накопичення даних спостережень. Основою для обробки й аналізу одержуваної інформації служитиме постійно поповнювана інформаційна база, яка буде покладена в основу створення геоінформаційної системи (ГІС).

Пропонується створення механізмів попередження і подолання надзвичайних ситуацій в Криворізькому регіоні на основі розробленої системи планувальних та оперативних заходів (рис. 3, 4).

Узагальнюючи вищевикладене, шляхи розв'язання проблем полягають у:

1) необхідності створення ефективної системи контролю і сповіщення про надзвичайні ситуації на підставі маркшейдерсько-геодезичного моніторингу, космічних і авіаційних систем спостережень, електронних систем зв'язку,

створених на основі ГІС - технологій;

2) удосконаленні системи діагностики, прогнозу і ухвалення рішень у реальному масштабі часу.

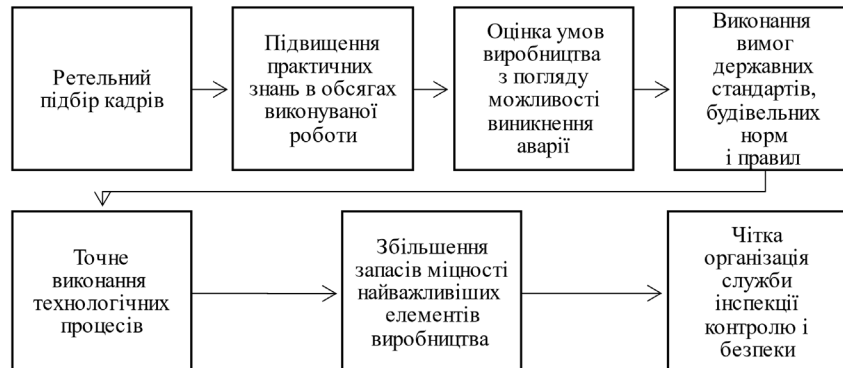


Рис. 3. Основні заходи забезпечення надійності функціонування об'єкту гірничодобувного комплексу



Рис. 4. Система планувальних та оперативних заходів промислової безпеки

Серед основних завдань національної екологічної політики (досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища, підвищення громадської свідомості з питань охорони навколишнього природного середовища) є і такі завдання для регіонального рівня:

1) створення мережі інформаційних центрів відповідно до вимог Оргуської конвенції та підтримки їх діяльності;

2) розробка інформаційної системи підтримки прийняття управлінських рішень, що стосуються стану навколишнього природного середовища та розв'язання нагальних проблем у цій сфері;

3) створення державної системи інформування населення про стан навколишнього природного середовища та заходи щодо його поліпшення, а також підготовка відповідної бази геоінформаційних даних.

Для успішного розв'язання вищеназваних проблем у гірничодобувних регіонах необхідно вирішити наступні проблеми та задачі:

1) проаналізувати та визначити напрями вдосконалення маркшейдерсько-геодезичного моніторингу в сучасних умовах для забезпечення безпечного функціонування гірничодобувних регіонів;

2) визначити основні чинники геодинамічних, геологічних і гідрогеологічних процесів, які впливають на безпечну експлуатацію родовищ гірничо-рудного регіону та розробити класифікацію і рекомендації щодо їх урахування на основі маркшейдерсько-геодезичного моніторингу;

3) установити вплив гірничих робіт на стійкість земної поверхні та розробити математичні та картографічні моделі зв'язку геологічної будови залізородних родовищ із сучасними рухами земної поверхні;

4) розробити концептуальну модель організації та планування діяльності Інформаційного-аналітичного центру маркшейдерсько-геодезичного моніторингу для прийняття оптимальних технічних рішень щодо безпечного функціонування гірничодобувних регіонів;

5) обґрунтувати принципи створення та розвитку інфраструктури єдиного гео-інформаційного простору маркшейдерсько-геодезичного моніторингу гірничодобувних регіонів із визначенням функцій різних учасників (суб'єктів) процесу підготовки стратегічних рішень і легітимних дій щодо безпечного функціонування гірничодобувних регіонів;

6) обґрунтувати доцільність та ефективність використання новітніх інструментальних технологій проведення робіт на геодинамічному полігоні гірничодобувних регіонів з метою визначення компонент деформацій.

Таким чином, основними об'єктами моніторингових досліджень є екзогенні та ендегенні геологічні процеси і явища, в тому числі техногенного характеру, які викликані ерозійними, карстовими, суфозійними, зсувними явищами, а також іншими чинниками зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів. Маркшейдерсько-геодезичний моніторинг є основним джерелом для одержання кількісної інформації про зміни та стан досліджуваного об'єкту.

Збір та аналіз вищезазначених факторів дозволить мати необхідні дані для практично ідеальної наукової оцінки та прогнозування впливу антропогенного (техногенного) та неотектонічного чинників на різноманітні

компоненти природного середовища та інженерні споруди. Для проведення моніторингу за небезпечними явищами геологічного середовища гірничодобувного басейну та з метою подальшого прогнозування розвитку екзогенних та ендегенних процесів пропонуються загальні рекомендації щодо виконання спостережень, які наведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Рекомендації щодо моніторингу екзогенних процесів

ЕКЗОГЕННІ ПРОЦЕСИ		
1	2	3
Явище	Чинник, який обумовлює активність небезпечного геологічного явища	Спостережуваний, контрольований параметр (показник у базі даних)
Зсув	Геологічна будова, рельєф, рослинність, ґрунти; активізація процесів схилів, обумовлена перезволоженням гірських порід при дії метеорологічних, гідрологічних, гідрогеологічних чинників; сейсмічний; геодинамічний; антропогенний (техногенний); режим швидкозмінних чинників	Площадкова ураженість території, %; площа прояву на одній ділянці, км ² ; об'єм маси, що змістилася, тис. м ³ ; швидкість зсуву, м/с; частота прояву, од/рік; рівні ґрунтових і підземних вод, м; поле фільтрації; режим швидкозмінних чинників; фізичні властивості порід, анізотропія фізичних властивостей, компоненти полів напруги деформацій; коефіцієнт стійкості схилу; інтегральні показники глинистості, зволоженості, тріщинуватості, контрастності; оцінка вірогідності сейсмічних, геодинамічних і техногенних дій
Обрушення	Геологічна будова, рельєф, рослинність, ґрунти; нестійкість схилу і активізація процесів схилів, обумовлена екстремальним проявом метеорологічних і гідрологічних чинників; сейсмічний; геодинамічний; антропогенний	Площадкова ураженість території, %; площа прояву явища на одній ділянці, км ² ; об'єм обвальної маси, млн. м ³ ; швидкість зсуву, м/с; частота прояву, од/рік; режим швидкозмінних чинників; оцінка вірогідності сейсмічних, геодинамічних і техногенних дій
Карст	Геологічна будова, рельєф, ґрунти; активізація гідродинамічного режиму (рухи) підземних вод і процесів розчинення гірських порід, обумовлена дією метеорологічних, гідрологічних, гідрогеологічних, геодинамічних і техногенних чинників	Площадкова ураженість території, %; площа, м ² , і глибина, м, окремої карстової форми; швидкість приросту розмірів провалів, мм ² /добу; частота прояву карстових деформацій, од/рік; швидкість розчинення порід, мм/рік; загальне осідання території, мм/рік; характеристики підземних вод; рівень, м; хімічний склад, моль/дм ³ ; температура, °С; швидкість руху, м/с; коефіцієнт фільтрації, м/добу; інтегральні величини тріщинуватості, зволоженості, контрастності; фізичні властивості порід; геофізичні поля

ЕКЗОГЕННІ ПРОЦЕСИ		
1	2	3
Явище	Чинник, який обумовлює активність небезпечного геологічного явища	Спостережуваний, контрольований параметр (показник у базі даних)
Суфозія	Геологічна будова, рельєф, рослинність, ґрунти; висока розчинність гірських порід; активізація гідродинамічного режиму (рухи) підземних вод, обумовлена дією метеорологічних, гідрогеологічних, геодинамічних і техногенних чинників	Площадкова ураженість території, %; площа, м ² , і глибина, м, окремої суфозійної форми; об'єм схильної суфозії гірських порід, тис. м ³ ; тривалість прояву процесу, доба; швидкість розчинення і розмиву порід, мм/рік; частота прояву, од/рік; загальне осідання території, мм/рік; характеристики підземних вод: рівень, м; хімічний склад, моль/дм ³ ; температура, °С; швидкість руху, м/с; коефіцієнт фільтрації, м/добу; інтегральні величини тріщинуватості, зволоженості, контрастності; фізичні властивості порід; геофізичні поля
Просідання в лесових ґрунтах	Геологічна будова, рослинність, ґрунти; зміна режимної вологості лесових масивів, обумовлена дією метеорологічних, гідрологічних, гідрогеологічних, геодинамічних, антропогенних (техногенних) чинників	Площадкова ураженість території, %; площа, км ² , і глибина, м; просідання на одній ділянці; обсяг порід, що деформуються, тис. м ³ ; швидкість розвитку, см/добу; тривалість прояву, доба; загальне осідання території, мм/рік; водно-фізичні і фізико-технічні властивості ґрунтів; рівень ґрунтових вод, м; коефіцієнт фільтрації, м/добу; інтегральні показники зволоженості, глинистості, ущільненості; компоненти пружного поля напруги і деформацій; стаціонарні спостереження локальних полів напруги і деформацій на окремих ділянках
Ерозія ярів	Геологічна будова, рельєф, рослинність, ґрунти; високе розмивання порід; високий ступінь вивітрювання поверхневого шару; зміна режимної вологості масивів яроутворення, обумовлена дією метеорологічних, гідрологічних, гідрогеологічних, антропогенних (техногенних) чинників	Площадкова ураженість території, %; площа, км ² , і глибина, м; просідання на одній ділянці; швидкість розвитку ерозії, м/рік; кут нахилу тальвегу, град; рівень ґрунтових вод, м; коефіцієнт фільтрації, м/добу; тривалість прояву, доба; водно-фізичні і фізико-технічні властивості ґрунтів; інтегральні показники зволоженості, глинистості, ущільненості

Таблиця 2

Рекомендації щодо моніторингу ендегенних процесів

ЕНДОГЕННІ ПРОЦЕСИ		
1	2	3
Землетрус	Активізація тектонічних рухів в літосфері і мантиї Землі, супроводжувана виникненням аномальних напруг в земній корі; активні розломи, антикліналі, екстремальні циклічні і епізодичні процеси, що ростуть в зовнішніх геосферах; антропогенний (техногенний) вплив на геологічне середовище	

1	2	3
Спостережуваний, контрольований параметр (показник у базі даних)	Сейсмічний режим	Геодинамічний режим
	Час виникнення землетрусу; координати епіцентру; глибина; магнітуда з рівнем показань $M=1.0—2.0, 3.0-3.5, 4.0-4.5$ відповідно для сейсмічних мереж локального, регіонального, державного рівнів; епіцентральної відстань; азимут, інтенсивність струсу (бали) за шкалою MSK-64; рівень сейсмічного фону слабких землетрусів; сейсмічна активність, виділення енергії	Вертикальні і горизонтальні рухи земної кори, мм/рік; енергетичні показники пружного-хвильового поля, Дж/м ³ ; компоненти геофізичних полів; фізичні властивості порід; компоненти полів напруг і деформацій, в одиницях зсуву, швидкості, прискорення, напруженості поля, град; рівень підземних вод, мм; температура підземних вод, °C;

Висновки. Врахування геодинамічного чинника в Криворізькому регіоні повинно стати обов'язковим для інженерних споруд як на стадії вишукування, так і на стадії будівництва і експлуатації. А це означає, що такі дані про геодинамічний вплив будуть направлені на діагностику небезпечних розломів і розробку пропозицій щодо прогнозу можливого соціально-економічного і екологічного збитку, рівня промислової безпеки будь-яких об'єктів, розташованих в зоні небезпечного розлому, як зон еколого-геологічного ризику. Вищезазначене дозволить вважати Криворізький басейн не тільки унікальним промисловим об'єктом, але й дасть змогу надати йому статус ідеального наукового полігону для оцінки впливу антропогенного та геодинамічного чинників на найрізноманітніші компоненти природного середовища та інженерні споруди.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Brugge, D., Goble, R., & Zota, A. (2007). "The Navajo uranium mine legacy: Environmental health." *Health Physics*, 92(5), 424–432.
2. Hudec M.R., Jackson M.P.A. Terra infirma: Understanding salt tectonics / M.R. Hudec, M.P.A. Jackson // *Earth-Science Reviews*. – 2007. – Vol. 82, № 1–2. – P. 1–28.
3. Kasztelewicz, Z., & Szczerbak, A. (2017). "Modern environmental protection strategies in mining." *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*, 33(1), 5–18.
4. Zhang X., Wong L.N.Y. Cracks and fracture in rock mass: Theoretical framework and case studies / X. Zhang, L.N.Y. Wong. – Heidelberg: Springer, 2012. – 320 p.
5. Герасимов І.П. Геодинаміка і моніторинг сучасних тектонічних рухів / І.П. Герасимов. – К.: Наукова думка, 2008. – 312 с.

6. Куліковська О.Є. Аналіз впливу геодинамічних чинників на стан геологічного середовища у межах Криворізького басейну / О.Є. Куліковська // Науковий вісник будівництва. – 2018. – № 2 (90). – С. 98–103.

7. Куліковська О.Є. Сучасний стан та перспективи розвитку територіального управління гірничо-видобувними регіонами на основі маркшейдерсько-геодезичного моніторингу / О.Є. Куліковська // Гірничий вісник. – 2012. – № 95 (1). – С. 62–66.

8. Kulikovska O., Sydorenko V., Paranko I. Do metodyky vyivlennia potentsiinykh zon ekolohichnoho ryzyku v heolohichnomu seredovyschi zi skladnoiu rozlomno-blokovoiu tektonikoiu. Naukovi pratsi DonNTU. 2010. № 12(173). S. 244–253.

9. Рудько Г., Гошовський В. Екологічна безпека техноприродних геосистем адміністративних областей / Г. Рудько, В. Гошовський. – Київ: Академпрекс, 2009. – 192 с.

10. Савицький Є.М. Інженерна геодезія в умовах гірничодобувного виробництва / Є.М. Савицький. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 256 с.

Sc. (Engineering), Professor **Kulikowska Olha**,
Lviv National Stepan Gzhytsky University
of Veterinary Medicine and Biotechnology

LAND MANAGEMENT AND LAND USE PLANNING IN GEODYNAMIC RISK ZONES: MONITORING OF ENGINEERING STRUCTURES IN MINING REGIONS

The paper examines current issues related to ensuring the stability and environmental safety of engineering structures in mining regions under conditions of geodynamic activity. Attention is drawn to the importance of considering physicommechanical changes in the geological environment, particularly within fault zones, where deformations may arise that provoke emergency situations. The necessity of improving mine surveying and geodetic monitoring with regard to geodynamic factors, as well as conducting geodynamic zoning during the planning and operation of facilities, is established. It is emphasized that geodynamic zones pose a threat to all technogenic structures, and timely monitoring and mapping can significantly reduce the risks of accidents and disasters. The need to introduce scientific and applied principles of mine surveying and geodetic monitoring to ensure environmental safety in urbanized, technogenically loaded areas is highlighted.

Keywords: geodynamic zones; mining regions; mine surveying and geodetic monitoring; technogenic objects; environmental safety; geological environment;

deformations; tectonic activity; geodynamic zoning; neotectonics; urbanized areas; engineering structures.

REFERENCES

1. Brugge, D., Goble, R., & Zota, A. (2007). "The Navajo uranium mine legacy: Environmental health." *Health Physics*, 92(5), 424–432. {In English}
2. Hudec M.R., Jackson M.P.A. *Terra infirma: Understanding salt tectonics* / M.R. Hudec, M.P.A. Jackson // *Earth-Science Reviews*. – 2007. – Vol. 82, # 1–2. – P. 1–28. {In English}
3. Kasztelewicz, Z., & Szczerbak, A. (2017). "Modern environmental protection strategies in mining." *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management*, 33(1), 5–18. {In English}
4. Zhang X., Wong L.N.Y. *Cracks and fracture in rock mass: Theoretical framework and case studies* / X. Zhang, L.N.Y. Wong. – Heidelberg: Springer, 2012. – 320 p. {In English}
5. Gerasimov I.P. *Geodinamika i monitoring suchasnykh tektonichnykh ruhiv* / I.P. Gerasimov. – K.: Naukova dumka, 2008. – 312 s. {In Ukrainian}
6. Kulikovska O.E. *Analiz vplyvu geodinamichnykh chynniv na stan geologichnogo seredovischa u mezhah Krivorizkogo baseynu* / O.E. Kulikovska // *Naukoviy visnik budivnitstva*. – 2018. – # 2 (90). – S. 98–103. {In Ukrainian}
7. Kulikovska O.E. *Suchasny stan ta perspektivi rozvitku teritorialnogo upravlinnya gornicho-vidobuvnymi regionami na osnovi marksheydersko-geodezichnogo monitoringu* / O.E. Kulikovska // *Gornichiy visnik*. – 2012. – # 95 (1). – S. 62–66. {In Ukrainian}
8. Kulikovska O., Sydorenko V., Paranko I. *Do metodyky vyivlennia potentsiinykh zon ekolohichnoho ryzyku v heolohichnomu seredovyschi zi skladnoiu rozlomno-blokovoiu tektonikoiu*. *Naukovi pratsi DonNTU*. 2010. # 12(173). S. 244–253. {In Ukrainian}
9. Rudko G., Goshovskiy V. *Ekologichna bezpeka tehnoprirodnykh geosistem admInstrativnykh oblastey* / G. Rudko, V. Goshovskiy. – Kyiv: Akadempres, 2009. – 192 s. {In Ukrainian}
10. Savitskiy E.M. *Inzhenerna geodeziya v umovah gornichodobuvnogo virobnitstva* / E.M. Savitskiy. – Lviv: Vidavnytstvo LvivskoYi politehniky, 2015. – 256 s. {In Ukrainian}