

УДК 504.55

**ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ  
ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ**

*Саніна І.В., Красножон М.Д., Люта Н.Г.*

Значне техногенне навантаження на геологічне середовище України спричинило зміни його екологічного стану, які в ряді регіонів набули трансграничного характеру і призвели до стійкого погіршення природної обстановки. Зміни геохімічних умов внаслідок діяльності людини за своїми масштабами стали порівнянними з природними процесами в літосфері. Найбільш яскраво це виявляється у забрудненні ґрунтів важкими металами. Крім того, внаслідок аварії на ЧАЕС в межах західного та південного „слідів”, на площі до 120 тис. км<sup>2</sup> відбулося значне радіонуклідне забруднення ґрунтів, яке поширилося на суміжні території Білорусі та Росії.

Складна сучасна еколого-геологічна обстановка, динаміка змін геологічного середовища в сукупності зі складними і неоднорідними природними умовами та значним техногенним навантаженням обумовили необхідність створення єдиної системи досліджень геологічного середовища, координації для цього зусиль багатьох країн. Створена Міжурядова рада з розвідки, використання і охорони надр, в роботі якої беруть участь повноважні представники і експерти від Республіки Вірменії, Республіки Білорусь, Грузії, Республіки Казахстан, Киргизької Республіки, Російської Федерації, України, Республіки Узбекистан (спостерігач). В УкрДГРІ в рамках робіт даного спрямування (тема № 609, „Комплексна оцінка екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій”) виконана регіональна оцінка стану геологічного середовища прикордонних з Росією та Білоруссю територій та морської економічної зони України.

Цільове призначення робіт з інтегральної оцінки екологічного стану геологічного середовища – виявлення, картування та прогнозна оцінка закономірностей і динаміки негативних змін геологічного середовища (ГС) та його основних параметрів (геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних), які безпосередньо чи опосередковано впливають на екологічний стан територій, регіонів, держави в цілому, а також підготовка картографічної основи для планування і проведення моніторингу геологічного середовища.

Проблемним питанням оцінки екологічного стану ГС є розробка системи критеріїв та показників оцінки, як геологічного середовища в цілому, так і його окремих компонентів. Без узгодженої системи таких критеріїв неможливо виконати обґрунтоване картографування параметрів та характеристик геологічного середовища, які можуть бути використані для еколого-геологічних чи екологічних висновків.

Взагалі, проблема розробки критеріїв якості природних середовищ є міждержавною і міждисциплінарною. Їх розробкою займалися провідні фахівці Росії, України, Білорусії [1-6]. І найменш чітко такі критерії визначені для геологічного середовища. В сучасних методичних розробках найчастіше викладені пропозиції щодо формування критеріїв лише окремих компонентів геологічного середовища. Інтегральні показники часто далекі від чіткості і однозначного тлумачення [1-6].

Питання критеріїв оцінки екологічного стану геологічного середовища практично не розроблене ні у вітчизняній, ні у зарубіжній літературі. Таке положення обумовлене, як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами. З одного боку, геологічне середовище є багатокомпонентною природною системою, яка зазнала впливу широкого спектру техногенних чинників. Кількість і перелік оціночних параметрів, які дозволяють оцінити його стан, залежить від особливостей та складності геологічних, гідрогеологічних, ландшафтно-геохімічних, геодинамічних та інших умов, а також від рівня чи масштабу, детальності досліджень. Не завжди однозначно встановлюється безпосереднє чи опосередковане значення цих параметрів і чинників для оцінки екологічного стану ГС. З іншого боку, розробка критеріїв оцінки екологічного стану ГС гальмується відсутністю комплексності вивчення ГС з позицій і завдань екологічної геології, узгодження результатів цих досліджень з даними по суміжних середовищах (атмосферою, поверхневими водами, біосферою тощо).

Розробка критеріїв (параметрів) оцінки екологічного стану геологічного середовища обумовлена необхідністю методичної і параметричної уніфікації даних моніторингу прикордонних територій різних суміжних країн і адекватного картографічного відображення екологічного стану геологічного середовища за допомогою сучасних ГІС-технологій.

Для оцінки екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій за основу взяті розроблені в УкрДГРІ „Тимчасові вимоги щодо складання карти екологічного стану геологічного середовища масштабу 1: 200 000 як складової частини робіт з ГДП- 200” [6], які увібрали в себе досвід як вітчизняний так і Росії та Білорусі. Вибрана система критеріїв оцінки екологічного стану геологічного середовища враховує досвід різномасштабних еколого-геологічних досліджень і картографування, виконаних в останні десятиліття підприємствами геологічної галузі України, фахівцями Росії та Білорусі, природні і техногенні фактори впливу на довкілля, а також діючі нормативи, стандарти.

Безумовно, запропоновані для рішення вищевказаних проблем підходи дещо схематичні, але зайва деталізація при регіональних оцінках може привести до виникнення розбіжностей при ув'язці картографічних матеріалів, що вкрай небажано. Звичайно, автори розуміють, що питання це залишається дискусійним і вимагає спеціальних комплексних досліджень, у тому числі на рівні двосторонніх розробок.

Запропоновану систему критеріїв варто розглядати у певній мері як уніфіковану й у той же час, як відкриту, у зв'язку з чим вона може бути удосконалена чи доповнена виконавцями робіт відповідно до конкретних умов

території досліджень і поставлених геологічних задач по екологічному вивченню ГС прикордонних територій (див таблицю 1).

Таблиця 1

## Критерії визначення екологічного стану геологічного середовища

Екологічний стан геологічного середовища	Рівні забруднення			Ступінь ураженості території небезпечними геологічними процесами
	грунтів та донних відкладів		підземних вод	
	важкими металами	радіонуклідами		
Дуже напружений 	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже сильний
Напружений 	Небезпечний	Небезпечний	Небезпечний	Сильний
Помірно напружений 	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Середній
Задовільний 	Припустимий	Припустимий	Припустимий	<b>Помірний і незначний</b>

Комплексна оцінка зіставлення окремих параметрів геологічного середовища, характер їх змін свідчить про те, що наслідки техногенного впливу призвели до суттєвих змін геологічного середовища, які важко усунути, або таким, що стали незворотними. В значній мірі, як це було зазначено вище, це стосується екогеохімії ґрунтів, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов (див. рис. 1).

Для безпосередньої реалізації завдань з оцінки еколого-геологічних умов території були застосовані ГІС-технології (ArcView GIS 3.2a). Для створення моделі використовувався метод векторного накладання шарів, що дозволяє автоматично визначити області перетину об'єктів та територій, що зіставляються. В результаті створюється новий набір даних, в якому кожній результуючій області присвоєні атрибути вихідних (див. рис. 1). Такі процедури дозволили виконати районування досліджуваної території за рівнями екологічного стану ГС відповідно до вибраної методики оцінки екологічного стану геологічного середовища.

Відповідно до прийнятої методики досліджень на території прикордонних областей України з Росією та Білорусією виділено 4 райони: дуже напружений, напружений, помірно напружений, задовільний екологічний стан геологічного середовища (див. табл. 1 та рис. 1).

Райони з дуже напруженим екологічним станом геологічного середовища територіально приурочені до східних та північних частин досліджуваної території.

Виділення першого з них в межах Донецької, Луганської та Харківської областей обумовлено цілим комплексом чинників, основними серед яких стало забруднення ґрунтів важкими металами та незадовільний стан підземних вод, що спричиняється природно-техногенними умовами території.

Інтенсивний видобуток вугілля у Донбасі впродовж довгих років і пов'язаний з ним водовідлив мінералізованої води з твердими домішками та переміщення значної маси порід обумовили комплексний характер впливу на геологічне середовище. Це в першу чергу відбивається на забрудненні ґрунтів, підземних вод, просіданні денної поверхні над гірськими виробками і заболочуванням значних площ, на підробках річкової мережі з втратою поверхневого стоку, підтопленні земель, зміні водного балансу як на окремих шахтних полях, так і в вугільному басейні в цілому.



Рис. 1 – Результати оцінки екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій  
Умовні позначення.

Екологічний стан геологічного середовища: 1 - дуже напружений, 2 – напружений, 3 - помірно напружений, 4 - задовільний

Значне техногенне навантаження на навколишнє середовище у Донбасі за даними Різник Т.О. ("Створення комп'ютерної бази фактографічних та картографічних даних для оцінки впливу гірничовидобувних робіт на геологічне середовище та вивчення гідрогеологічних умов розробки вугільних родовищ Донбасу", УкрДГРІ, К., 2005р.) обумовило значні зміни екологічного характеру на

території площею 20 тис. км<sup>2</sup>. Сукупні площі шахтних полів у Донецькій та Луганській областях складають відповідно 10,4 % і 8 % (таблиця 2).

Таблиця 2

Сукупні дані про вугледобувне навантаження по геологопромислових районах  
Донбасу за період 1960 - 2004 рр.

№ за пп	Адміністративна область, кількість геологопромислових районів (ГПР)	Площа шахтних полів, км <sup>2</sup>	Об'єми скидів шахтних вод, тис. м <sup>3</sup> /год	Сукупна площа міст, смт, км <sup>2</sup> над шахтами	Кількість		
					вугільних шахт: діючих, тих, що будуються / закритих	ВЗФ: діючих / закритих	відстійників / териконів
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Донецька - 5	2 756	46,6	645,6	119 / 124	30 / 7	147 / 447
2	Луганська - 9	2 187	34,8	340,3	78 / 88	28 / 3	65 / 361
	Всього - 14	4 943	81,1	985,9	1 977 / 212	58 / 2	212/807

У Донецькому вугледобувному районі починають формуватися нові еколого-геологічні умови, прогнозування яких недостатньо розроблене, що спричиняє визначення не завжди об'єктивних підходів до способу ліквідації шахт та робіт з рекультивациі і, у зв'язку з цим, суттєвий негативний вплив на геологічне середовище та умови життєдіяльності населення.

На цій території встановлені значні за площею та контрастністю геохімічні аномалії в ґрунтах з сумарним показником забруднення (СПЗ) 33 і 34. Забруднення спричиняється такими елементами як Pb, Hg, Cr, Zn, Cd (Донецьк) та Pb, Zn, Cu (Маріуполь).

В ґрунтових водах цієї території відмічається підвищений вміст миш'яку, свинцю, ртуті, фтору, барію, марганцю, літію, нітратів мінералізація води з підвищеним вмістом сульфатів і хлоридів досягає 3-6 г/дм<sup>3</sup>. Максимальним забрудненням ґрунтів і ґрунтових вод характеризуються райони Донецько-Макіївський, Докучаєвський, Горлівський.

Аналогічна обстановка склалася в Луганській області, де зафіксовані площі забруднення ґрунтів з небезпечним та помірно небезпечним рівнями забруднення такими елементами: Pb, Zn, Cu, Hg (СПЗ 33), Pb, Zn (СПЗ 18), Cd, Zn, Cu (СПЗ 17). На погіршення екологічного стану ГС впливає не тільки забруднення ґрунтів важкими металами та перетворюваність геохімічних ландшафтів, а також високий, а місцями дуже високий ступінь ураженості території ЕГП. Техногенна порушеність земної поверхні внаслідок гірничодобувних робіт сприяє прискореному проникненню забруднення з поверхні у водоносні горизонти.

Другий район з дуже напруженим екологічним станом геологічного середовища приурочений до півночі Київської області, його виділення стало можливим внаслідок забруднення ґрунтів радіонуклідами Cs-137 (100-2 500 Бк/кг або 0,2-5 Ки/км<sup>2</sup> та 100-7 500 Бк/кг або 0,2-15 Ки/км<sup>2</sup>) і Sr-90 (10-1 500 Бк/кг або 0,02-3 Ки/км<sup>2</sup> та 10-1500 Бк/кг або 0,02-3 Ки/км<sup>2</sup>) та важкими металами, які за сумарним показником забруднення відносяться до небезпечного рівня (СПЗ 33), основні елементи-забруднювачі - Pb, Zn, Cu, Mn.

Геохімічні аномалії в ґрунтах в поєднанні із забрудненням підземних вод нітратами обумовили виділення значних за площею районів з напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища в північних частинах Рівненської, Житомирської та значної частини Київської областей.

Більш чисельні, але менші за площею, райони із напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища зафіксовані на території Донецької, Луганської і Харківської областей, де сформувалися складні техногенно-геологічні системи з розвиненими промислово-міськими агломераціями, територіально-промисловими комплексами.

На думку авторів, виділення районів із напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища логічно пояснюється як впливом інтенсивного техногенного навантаження, так закономірною зміною однієї із головних складових геологічного середовища – підземних вод, мінералізація яких збільшується до 2-4 г/дм<sup>3</sup>, в них підвищується вміст сульфатів, хлоридів.

Значні за площею райони з помірно напруженим екологічним станом геологічного середовища закартовані в Волинській, Рівненській, Житомирській, Чернігівській, Сумській областях. Якщо в Волинській, Рівненській, Житомирській областях такий екологічний стан геологічного середовища спричиняється переважно помірно небезпечним радіонуклідним забрудненням (Cs-137 - 1-5 Ки/км<sup>2</sup>, Sr-90 – 0,02-0,15 Ки/км<sup>2</sup>), то у Чернігівській та Сумській областях – за рахунок наявності значних площ стійкого нітратного забруднення підземних вод. (4-10 ГДК). До того ж, великі площі ґрунтових вод забруднені залізом, бромом, ртуттю, фтором, у воді з'явилися пестициди та нафтопродукти, не притаманні для природного складу підземних вод.

Незабруднені території, із задовільним екологічним станом геологічного середовища виділяються у Волинській, Рівненській, Житомирській, Харківській, Сумській, Донецькій та Луганській областях.

Треба зазначити, що екологічний стан геологічного середовища північної частини досліджуваної території, що граничить з Білорусією (Волинська, Рівненська області), ускладнюється значною ураженістю небезпечними геологічними процесами (понад 50 %). Основними чинниками тут стали карстоутворення та природне невисоке залягання рівнів ґрунтових вод (див. рисунок 2).

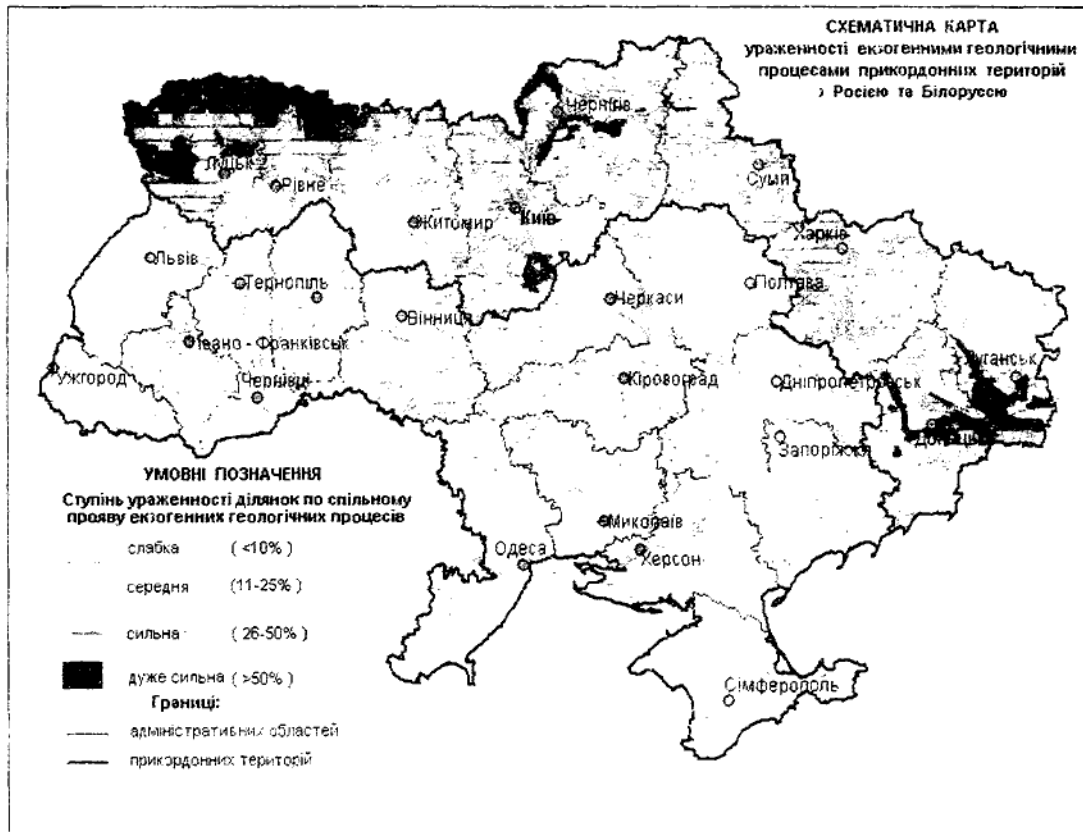


Рис. 2 – Схематична карта ураженості території досліджень екзогенними геологічними процесами

Таким чином, в результаті узагальнення великої кількості накопиченої інформації еколого-геологічного спрямування і встановлення переліку задач дали можливість визначити критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища.

Аналіз фактографічних даних дозволив, оптимально, з авторської точки зору, визначити зміни підземної гідросфери, геохімічного стану ландшафтів, техногенного навантаження, а також ураженості території досліджень небезпечними екзогенними геологічними процесами. Все це дозволило виконати оцінку екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій.

Виконана оцінка екологічного стану геологічного середовища території прикордонних областей, яка базується на аналізі еколого-геохімічних, еколого-гідрогеологічних умов території та визначенні техногенного навантаження, дозволяє на сучасному рівні робити висновки щодо напрямків екологічного моніторингу, які стосуються геологічного середовища, і розробляти рекомендації його удосконалення.

Відтворення типізації території прикордонних областей за чинниками негативного впливу на геологічне середовище є основою для підготовки відповідних пропозицій стосовно подальшого вивчення цієї території і проведення необхідних природоохоронних заходів. Визначення екологічних параметрів і

характеристик геологічного середовища, прогнози можливих негативних змін його окремих компонентів, розробка науково обґрунтованих рекомендацій можуть бути покладені в основу прийняття відповідних рішень і розробки заходів щодо уникнення або мінімізації можливих негативних змін.

Вирішення завдань з мінімізації негативного впливу на геологічне середовище слід пов'язувати із розвитком системи моніторингу геологічного середовища, удосконаленням інформаційних потоків між суб'єктами моніторингу, подальшим розвитком програмного і технічного забезпечення таких робіт.

Очевидно, що впровадження моніторингу геологічного середовища прикордонних територій на двосторонньому і багатобічному рівнях буде сприяти:

- уніфікації оцінок екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій;
- оптимізації схем моніторингу, у першу чергу, при надрокористуванні в межах трансграничних геологічних структур і родовищ;
- зниженню ризику виникнення надзвичайних екологічних ситуацій трансграничного характеру;
- випереджальному обґрунтуванню, узгодженню і проведенню спільних природоохоронних заходів, своєчасній розробці гранично допустимих еколого-геологічних змін і впливів.

#### Список літератури

1. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 – 1:100 000, М. ВСЕГИНГЕО, 1990 – 41с.
2. Методические рекомендации по составлению эколого-геологических карт масштаба 1:1 000 000 – 1:500 000, сводная легенда и макеты, М., ВСЕГИНГЕО-ИМГРЭ, 1994. -27 с.
3. Методика среднemasштабного эколого-геологического картирования, Минск, БелНИГРИ, 1994. -52 с.
4. Временные методические рекомендации по охране геологической среды при пользовании недрами, Минск, БелНИГРИ с участием УкрГГРИ, 2000. – 84 с.
5. Временные методические положения эколого-геологического картирования (масштаб 1:50 000 – 1:200 000), Симферополь-Киев, Госкомгеологии Украины, Укр ГИМР, ГТП «Геопрогноз», 1997. – 37 с.
6. Тимчасові вимоги щодо складання карти екологічного стану геологічного середовища масштабу 1: 200 000 як складової частини робіт з ГДП-200 К., УкрДГРІ, 2002. – 31 с.

Статья поступила в редакцию 20.04.06