

УДК 553.042

Н. Захарій, інж., М. Курило, канд. геол. наук

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗМІН ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ ВУГЛЕДОБУВНОГО РЕГІОНУ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. О.Є. Кошляковим)

Розглядаються питання пов'язані з антропогенним тиском на довкілля вугледобувного регіону України – Західний Донбас. Проаналізовано набір даних електронних карт Дніпропетровської області та виконано районування територій за ступенем пошкодження та придатності для якісного проживання населення в межах ГІС-макету. Розраховано показник загального ризику небезпечних змін геологічного середовища та проведена бальна оцінка території.

The problems associated with human pressure on the environment coal region of Ukraine – Western Donbas are examined. Analyzed data digital maps of Dnipropetrovsk region and made zoning areas by degree of damage and suitability for high-quality living population within GIS model. Calculated indicator for the overall risk of dangerous changes in the geological environment and performed score evaluation territory.

Постановка проблеми. Останніми роками зафіксована тенденція до стабілізації антропогенного тиску на довкілля, але рівень техногенного навантаження залишається високим, а екологічна ситуація незадовільною майже по всіх регіонах України. Західний Донбас належить до вугледобувних регіонів, які за класифікаціями стану навколишнього середовища належить до критичних, що зумовлено комплексним впливом природних та техногенних факторів.

Західний Донбас є регіоном з динамічним розвитком вугледобувної промисловості, який характеризується наявністю значних запасів корисних копалин та стрімким нарощуванням видобутку. Порівняно з іншими вугледобувними регіонами України Західний Донбас є відносно "молодим" (розробка проводиться з середини 60-х років 20 ст.), але вже з загрозливим розвитком небезпечних змін геологічного середовища. В даних умовах актуальним питанням є визначення екологічних ризиків та збитків, які пов'язані з об'єктами вуглевидобутку. При проведенні таких оцінок обов'язковим є врахування економічної складової, яка пов'язана з ймовірністю пошкодження та руйнування промислових об'єктів та земельного фонду.

Аналіз останніх досліджень та невирішені раніше проблеми. Питання визначення еколого-економічних пріоритетів у природоохоронній діяльності торкаються у своїх працях такі дослідники: Бесєда М.І., Евграшкіна Г.П., Сухіна О.М., Яковлев Є.О., Рагозін О.Л., Трофимов В.Т., Коржнев М.М., Рудько Г.І., Плотноков О.В. та інші. Ряд аспектів зазначеної проблеми в її теоретико-методичному, прикладному аспекті залишаються недостатньо визначеними та дискусійними, відсутні конкретні методики, не враховується регіональна специфіка тощо, і тому відповідні питання вимагають подальшого наукового обґрунтування і пошуку оптимальних практичних рішень.

Цілі статті. До ряду найбільш актуальних екологічних проблем гірничодобувних регіонів належить раціональне використання і охорона ресурсів геологічного простору від забруднення та виснаження. Розробка нових і вдосконалення існуючих методів прогнозування розвитку небезпе-

чних процесів та їх оцінка (районування територій за ступенем пошкодження та придатності для якісного проживання населення) на базі сучасних ГІС-технологій, є питаннями в рівній мірі актуальними для усіх регіонів зайнятих добуток корисних копалин в Україні.

Метою даного дослідження є аналіз стану геологічного середовища за допомогою інструментів ГІС. Територія ГІС-макету, що досліджується характеризується розвитком небезпечних екзогенних геологічних процесів: зсувів, підтоплення, карсту та інших, які спричиняють ризик руйнування та пошкодження промислових й господарських об'єктів, та погіршення якості земельних та водних ресурсів. Окремим етапом досліджень є районування території за техногенним навантаженням та безпекою життєдіяльності для виявлення екологічно небезпечних зон мешкання населення та визначення пріоритетних екологічних проблем.

У статті запропоновано методику оцінки розвитку небезпечних процесів, що зумовлені як техногенною так і природною складовою в межах вугледобувного регіону Західного Донбасу. Також побудовано ГІС-макет в межах якого проведено бальну оцінку та представлено картограму районування адміністративних районів за ступенем ураження небезпечними для життєдіяльності процесами та виведенням з користування земельних ресурсів.

Викладення основного матеріалу. Економічні оцінки екологічних збитків, які пов'язані з об'єктами надрокористування, проводять на основі визначення ризиків виникнення певних негативних процесів геологічного середовища. Поняття ризик розглядається, як ймовірність виникнення тієї чи іншої події, що спричинена впливом зовнішніх чинників та діяльністю людини і призводить до негативних наслідків для держави, суспільства, для окремого індивіда. Основою для визначення можливого ризику прояву негативних змін геологічного середовища (як природних, так і техногенних) є його комплексний показник, який акумулює всю послідовність залежних і незалежних ризиків. При цьому залежні ризики перемножуються, а незалежні – додаються.

Прояв небезпечних змін геологічного середовища (просідання, карст, зсуви, підтоплення, тощо) має площинний вираз. Можна провести їх картографування, виконати підрахунок площі, їх частку від території району, області чи країни. Якщо для території побудовані карти прояву небезпечних техногенних змін геологічного середовища за кожним типом таких змін (просіданням, карстом, зсувами, тощо), то можна скласти загальну карту ризиків небезпечних змін геологічного середовища території. Після створення картографічної бази даних це легко можна зробити за допомогою серії запитів та математикою карт в середовищі ГІС.

Після встановлення залежності впливу процесів між собою (кореляційний та факторний аналіз) було підраховано ризик розвитку цих процесів на території Західного Донбасу. Складено загальну формулу ризику прояву небезпечних змін ГС для території, на прикладі ГІС-макету Західного Донбасу:

$$R_{ГС} = R_{ТН} \cdot R_{ДВ} + \dots + R_K \cdot R_{ПД},$$

де $R_{ГС}$ – загальний ризик небезпечних змін ГС, складовими якого є R_K – ризик прояву карсту, $R_{ПД}$ – ризик підтоплення території, $R_{ТН}$ – ризик впливу збільшення техногенного навантаження, $R_{ДВ}$ – ризик збільшення депресійних воронок, тощо.

Ризик у техногенній сфері нашої країни (за існуючими дослідженнями і класифікаціями) досить високий і становить $5.35 \cdot 10^{-4}$ (у нормативних документах Євро-союзу та Росії значення індивідуального ризику рекомендується приймати не більшим за 10^{-6}). Показник ризику для території вугледобувної діяльності в межах

ГІС-макету Західного Донбасу дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями відноситься до небезпечних.

Іншим показником оцінки екологічних ризиків є геометрична ймовірність виникнення загрози. За В.Т.Трофімовим [1], її визначають за співвідношенням площі техногенного рельєфу до площі ділянки, яка оцінюється. У випадку коли цей показник перевищує 20 % такий стан відноситься до ризикового (табл. 1). Це співвідношення у Західному Донбасі дорівнює 22 %, тобто, ступінь техногенних змін території характеризується як ризиковий.

Після визначення загального показника ймовірності негативних змін геологічного середовища можна визначити економічний ризик, що визначається за формулою, що наведена у табл. 2.

$R_m(H)$ – повний інтегральний ризик втрат; $Re(H)$ – економічний ризик пошкодження території з розміщеними об'єктами господарства; d_e – щільність національного багатства (грн./га, грн./км тощо).

В даному дослідженні пропонується визначення збитків (від видобувної діяльності) проводити на основі вартісних показників виробничих і невиробничих фондів, які пов'язані або розташовані на території ГІС-макету, що оцінюється. Найбільшим видобувним підприємством регіону є ВАТ "Павлоградвугілля", до складу якого входять 10 шахт та інші структурні підрозділи. Колектив підприємства нараховує більше 26 тис. чоловік. У 2008 році шахтами "Павлоградвугілля" видобуто понад 14,2 млн тонн вугілля, що становить 18,2 % від видобутку по країні. До складу ВАТ "Павлоградвугілля" входять виробничі структурні підрозділи, вартість виробничих фондів яких втрачено при визначенні економічних збитків.

Таблиця 1

Класифікація стану поверхні землі (рельєфу) та підземного простору [1]

Критерії оцінки	Один. виміру	Класи стану			
		Норми	Ризику	Кризи	Лихо
Відношення площі техногенного рельєфу до площі ділянки, яка оцінюється	%	До 10	10–25	25–50	< 50

Також в розрахунках бралась до уваги вартість земельного фонду, яка визначалась окремо для населених пунктів та сільськогосподарських угідь. Вартість сільськогосподарських угідь визначалась відповідно до Порядку визначення втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню. Вартість земельних ресурсів в межах населених пунктів визначалась за результатами грошової оцінки.

Таблиця 2

Економічна складова природного і техногенного ризику [3]

Економічний ризик	Формула оціни ризику	Одиниці виміру
Руйнування територій з об'єктами господарства Повний орієнтовний	$R_e(H) = R_m(H) \cdot d_e$	грн./га, грн./км, грн/(га рік)

Таким чином показник d_e включав при розрахунках вартість виробничих та невиробничих фондів ВАТ "Павлоградвугілля", вартість земельних ресурсів в межах населених пунктів, промислових об'єктів та сільськогосподарських угідь.

Вихідні дані для розрахунків були наступні: площа полігону (ГІС-макету), що досліджується складає – 9094 км²; площа об'єктів вуглепромислової діяльності ВАТ "Павлоградвугілля" – 506 км²; площа населених пунктів в межах полігону – 760 км²; площа прояву небезпечних змін геологічного середовища – 1985 км²; вартість земельних ресурсів населених пунктів – 237 грн/м²; норматив втрат с/г виробництва, які підлягають відшкодуванню, в межах Дніпропетровської області (для ріллі) – 82, 87 тис. грн./га; залишкова вартість виробничих та невиробничих фондів ВАТ "Павлоградвугілля" станом на 2009 рік – 2326200,0 тис.грн.

За наявності таких вихідних даних розраховано повний орієнтовний економічний ризик руйнування (пошкодження) господарських об'єктів який складає 46,23 тис. грн/км² рік, і за існуючими класифікаціями відноситься до малого економічного ризику (табл. 3).

Таблиця 3

Класифікаційне групування ризику [3]

	Економічний ризик (тис.грн./(га рік))
малий	<2
невеликий	2–10
середній	10–20
великий	20–100
дуже великий	100–200
винятково великий	>200

Картографічні методи є основним способом синтезу, аналізу і візуалізації даних еколого-геологічного моніторингу. Цей метод дозволяє відобразити екологічний стан всіх компонентів природного середовища, враховуючи природну і техногенну складову. Картографування використовується для районування територій за окремими показниками екологічного стану та комплексними параметрами. Це найкраще та найшвидше реалізовується застосовуючи серії запитів та математики карт в ГІС середовищі.

Сучасні методи геоінформаційного тематичного картографування дозволяють вивчати територіальні закономірності, аналізувати та прогнозувати зміни природних, економічних, соціальних, екологічних та інших факторів територіального розвитку, допомагають виявленню і вивченню територіальних систем розвитку різної природи та різного масштабного рівня.

Основними методами, що використовувались при дослідженні небезпечних змін ГС були:

- комплексна бальна оцінка стану навколишнього середовища, яка проводилась по адміністративним районам в межах ГІС-макету;

- картографічні методи у вигляді складання картограм (в межах ГІС-макету Західного Донбасу)

При складанні картограм проводився аналіз та інтерпретація даних досліджень екологічного спрямування Інституту проблем природокористування та екології НАН України [2].

Комплексна бальна оцінка стану навколишнього середовища проведена з врахуванням наступних критеріїв та показників (її результати наведені в табл. 4):

- порушення земель (пошкодження об'єктами гірничодобувних підприємств);
- кількість надзвичайно небезпечних об'єктів;
- небезпеки техногенного та природного походження;
- забруднення поверхневих вод (показник систематичного погіршення стану поверхневих вод та підвищення концентрація забруднюючих речовин);
- забруднення підземних вод (величина мінералізації);
- гідрохімічні аномалії (підземні води);
- забруднення атмосферного повітря (питомі викиди забруднюючих речовин);
- медико-екологічна ситуація

Таблиця 4

Комплексна бальна оцінка стану навколишнього середовища в межах ГІС-макету території вугледобувної діяльності Західного Донбасу

Адміністративний район (в межах ГІС-макету)	Складові бальної оцінки								Сума балів	Ранг
	Порушення земель	Небезпечні об'єкти	Небезпеки техногенного та природного походження	Забруднення поверхневих вод	Забруднення підземних вод	Гідрохімічні аномалії	Забруднення атмосферного повітря	Медико-екологічна ситуація		
Павлоградський	5	2	2	5	4	1	4	3	26	I
Новомосковський	1	4	2	5	2	2	2	4	22	II
Синельниковський	2	1	5	3	4	1	2	4	22	III
Петропавлівський	4	1	2	1	4	1	3	2	18	IV
Васильківський	1	1	4	2	3	1	2	3	17	VI
Покровський	2	1	4	-	3	2	2	1	15	VII
Межівський	1	1	3	-	5	-	2	1	13	VIII
Юр'ївський	1	1	1	-	3	-	3	1	10	IX

Для створення картограм проведено ранжування за встановленою шкалою рівнів впливу: 0 – вплив відсутній; 1 – низький; 2 – середній; 3 – високий; 4 – ризиковий; 5 – катастрофічний. Сума балів дала змогу вказати ранги ступеня екологічно небезпечних зон мешкання населення та провадження господарської діяльності.

За результатами бальної оцінки було проведено районування території за ступенем ураженості та екологічно небезпечними зонами мешкання населення та провадження господарської діяльності по адміністративним областях в межах ГІС-макету Західного Донбасу (рис. 1).

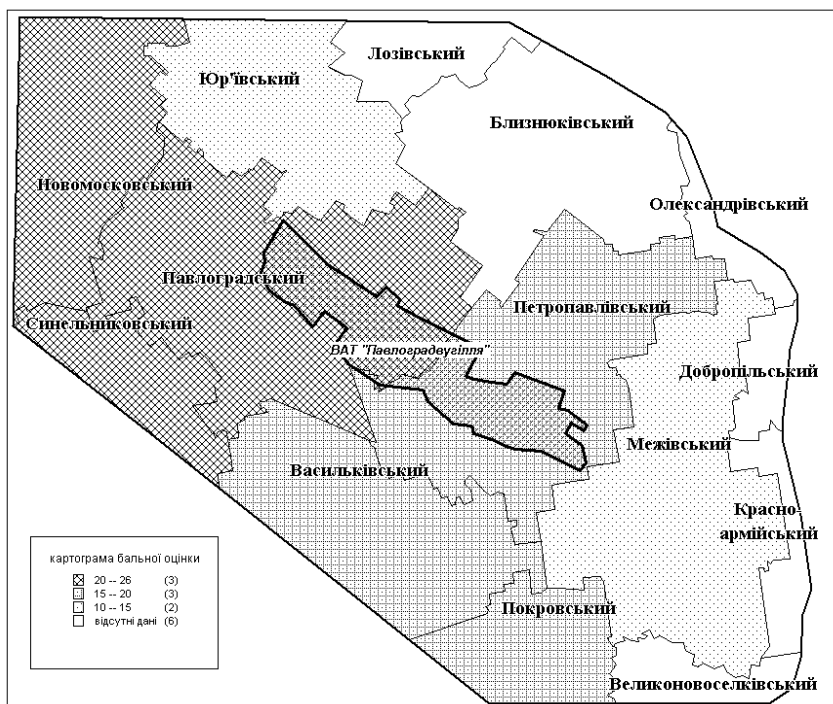


Рис. 1. Картограма ГІС-макету території вугледобувної діяльності Західного Донбасу

Отже, геоінформаційне тематичне картографування дозволяє проводити аналіз та візуалізацію кількісних та якісних характеристик екологічного стану видобувних територій із визначенням впливу техногенної складової.

Висновки. Таким чином, розраховано показник загального ризику небезпечних змін геологічного середовища, який в межах ГІС-макету Західного Донбасу дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями відноситься до небезпечних. Узагальнюючими показниками, що характеризують рівень техногенного навантаження в регіоні є площі промислових об'єктів вуглевидобутку, які складають 5,56 % від площі ГІС-макету та площа проявів небезпечних екзогенних процесів техногенного та природного походження, яка в Західному Донбасі дорівнює 22 %, тобто, ступінь техногенних змін території характеризується як ризиковий. Цей комплексний показник ризику можна використати і для визначення економічних збитків, які оцінюються з врахуванням вартості основних фондів добувального підприємства. Повний орієнтовний економічний ризик дорівнює 46,23 тис. грн/км² рік і за існуючими класифікаціями відноситься до малого економічного ризику, що пояснюється не повним врахуванням економічної складової (за відсутністю даних не брались до уваги при розрахунках – вартості об'єктів житлово-комунального господарства, водних об'єктів тощо).

За бальною оцінкою можна зробити такі висновки: мінімальна сума балів комплексної оцінки характерна для районів Юр'ївського, Межівського, не зважаючи на те, що тут спостерігається дуже великий ступінь забруднення підземних вод та атмосферного повітря; Павлоградський, Новомосковський та Синельниковський характеризується максимальними комплексними показниками, при тому що складові аналізу змінюються від мінімальних до максимальних значень по кожному прояву небезпеки; Павлоградський та Петропавлівський відзначається масштабним порушенням земель, а Синельниковський – наявністю найбільших небезпек техногенного та природного походження.

Створення картограми ГІС-макету території вугледобувної діяльності Західного Донбасу дозволило виділити за комплексною оцінкою екологічно небезпечні зони мешкання населення та провадження господарської діяльності. За результатами бальної оцінки та ранжування такими територіями в межах макету виявились Павлоградський, Новомосковський та Синельниковський адміністративні райони Дніпровської області.

1. Екологічна геологія. Підручник / за ред. Коржнева М.М. – К., 2005.
2. Екологічний атлас Дніпропетровської області / за редакцією Шапара А.Г. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2009. – 64 с. 3. Трофимов В.Т. и др. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т.Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 368 с.

Надійшла до редколегії 01.12.11