

вантаження в області живлення; зміна якості підземних вод по площі і в перерізі; зниження рівня ґрунтових вод та пов'язані з цим процеси зміни ландшафтних умов.

2. Водоносні горизонти і комплекси м. Києва пов'язані між собою у вертикальному розрізі; на даний час на території м. Києва переважають процеси спадної фільтрації, які обумовили перетікання підземних вод із вищезалегаючих в нижчезалегаючі водоносні горизонти; в результаті техногенної діяльності зростає інтенсивність і глибина водообміну, його переважно вертикальний характер.

3. Незважаючи на природну захищеність питних підземних вод у м. Києві, в разі подальшого переважання низхідних потоків (в результаті зниження п'єзометричних рів-

нів при збільшенні водовідбору) та збільшення живлення водоносних горизонтів за рахунок ґрунтових вод, може відбуватися погіршення якості питних підземних вод.

1. Боровский Б.Д., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод : Пidrучник. – К., 1989. 2. Гидрогеологические условия и оценка эксплуатационных запасов подземных вод района г. Киева (по состоянию на 01.01.1972 г.) – ПДРГП, 121 с. 3. Изучение режима подземных вод, контроль за их охраной по территории Киевской, Житомирской и Черниговской областей за 1988–1990 гг. с обобщением материалов за 1986–1990 гг. – Геоинформ. – 135 с. 4. Розробка схеми розвитку системи водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод на період до 2020 року – Звіт від 01.12.03 НАН України. – 153 с.

Надійшла до редколегії 08.02.12

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., Евграфіна Г.П., Сухіна О.М., Яковлев Є.О., Рагозін О.Л., Трофимов В.Т., Коржнев М.М., Рудько Г.І., Плотников 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 добутком 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 (просідання, 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:

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

де  $R_{ГС}$  – загальний ризик небезпечних змін ГС, складовими якого є  $R_{К}$  – 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 Євросоюзу 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 враховано 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	$R_e(H) = R_m(H) d_e$	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 км<sup>2</sup>; площа об'єктів вуглепромислової діяльності ВАТ "Павлоградвугілля" – 506 км<sup>2</sup>; площа населених пунктів в межах полігону – 760 км<sup>2</sup>; площа прояву небезпечних змін геологічного середовища – 1985 км<sup>2</sup>; вартість земельних ресурсів населених пунктів – 237 грн/м<sup>2</sup>; 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/км<sup>2</sup> 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 території 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 ГС-макету;

- картографічні методи у вигляді складання картограм (в межах ГС-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 підвищена 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 ГС-макету території вугледобувної діяльності Західного Донбасу

Адміністративний район (в межах ГС-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 ГС-макету Західного Донбасу (рис. 1).

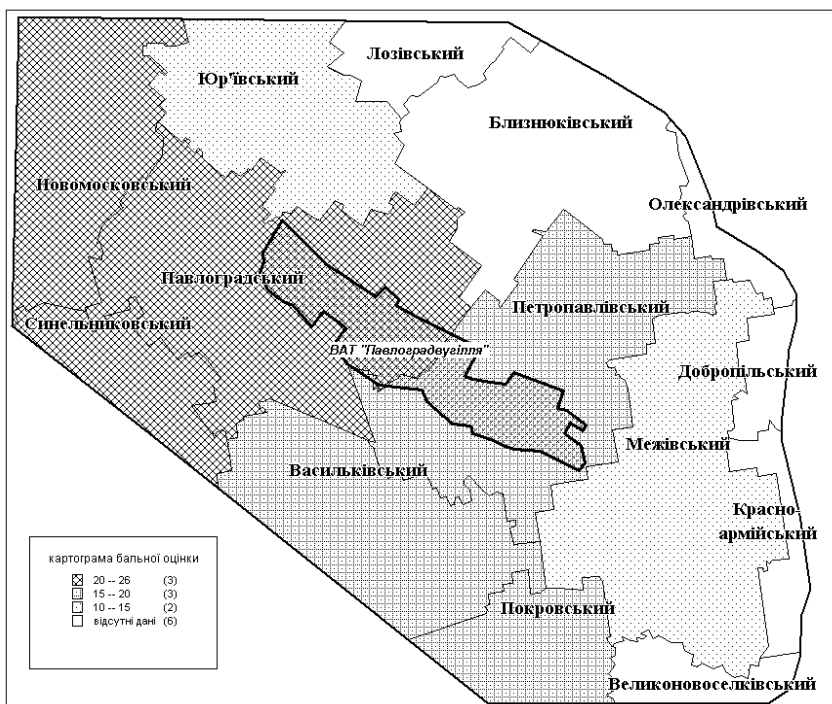


Рис. 1. Картограма ГС-макету території вугледобувної діяльності Західного Донбасу

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 вугледобутку, 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/км<sup>2</sup> 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).

УДК 556.332.52

Л. Давибида, асп.

## **ДОВГОСТРОКОВИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ І КАРТУВАННЯ ПРИРОДНОГО РЕЖИМУ РІВНІВ ҐРУНТОВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЙ ОКРЕМИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ)**

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

*Наведено методику довгострокового регіонального часового прогнозування природного гідрогеодинамічного режиму. Представлено результати реалізації запропонованого алгоритму для територій із різними умовами формування рівневого режиму. У межах досліджуваних регіонів виділено ділянки з однорідним режимом багаторічної мінливості рівнів ґрунтових вод. Встановлено найбільш імовірні періоди підвищеної водності та побудовано відповідні картографічні моделі прогнозування забезпеченості рівнів.*

*The method of long-time regional forecasting natural hydrogeodynamic regime are given. The results of the proposed algorithm are presented for areas with different conditions of formation of level regime. Areas of homogeneous multi-mode variability of groundwater levels are selected within the studied regions. The most likely periods of high water content are determined and the corresponding mapping model predictive sufficiency levels are built.*

Для території України необхідність забезпечення чистими водними ресурсами, а також взаємозв'язок багаторічного режиму підземних вод і розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП), зокрема підтоплення, зсувів, карсту, селів, зумовлюють актуальність гідрогеологічного моніторингу, оцінювання і подальшого прогнозування стану підземних вод, перш за все – ґрунтових, оскільки вони найтісніше пов'язані із зовнішніми поверхневими чинниками формування живлення та розвантаження підземних вод і є найперспективнішими для господарського використання. На регіональному рівні особлива увага приділяється вивченню природного або слабо порушеного гідрогеодинамічного режиму, на фоні якого відбувається формування порушеного режиму конкретних територій і об'єктів.

Важливість вказаних проблем зумовлює значну зацікавленість з боку численних дослідників. Особливо слід відмітити наукові та практичні дослідження, виконані протягом Міжнародного гідрогеологічного десятиріччя (1964-1974 рр.), у першу чергу – праці А.А. Коноплянцова, С.М. Семенова, В.С. Ковалевського [2; 3], які слід вважати фундаментальними в питанні вивчення, прогнозування і картування природного гідрогеодинамічного режиму.

В останні десятиліття як в Україні, так і за її межами, увага до зазначених проблем зростає на фоні нестачі ре-

сурсів якісних питних вод, глобальних змін клімату і значної активізації ЕГП, про що свідчить велика кількість публікацій, серед яких слід відзначити роботи наступних вітчизняних та зарубіжних науковців: Є.О. Яковлева [10], В.М. Шестопалова, Г.Г. Лютого, П.В. Білінова [9], М.А. Шинкаревського, С.А. Рубана [7], О.Є. Кошлякова [4], Л.В. Саричевої [6], М. Kabir, G. Mudd [1] та ін.

Незважаючи на значну кількість науково-дослідних фундаментальних і прикладних гідрогеологічних робіт. ряд питань лишається невирішеними, зокрема науково обґрунтованої системи довгострокового регіонального прогнозування природного режиму рівнів ґрунтових вод на сьогодні не існує.

Метою представленого дослідження є реалізація довгострокового (до 10-15 років) часового прогнозу природного режиму підземних вод у часі та просторі відповідно до закономірностей режимоутворювальних чинників для окремих регіонів України.

Для дослідження обрано території Житомирської і Дніпропетровської адміністративних областей. Розглянуті регіони відрізняються умовами формування гідрогеодинамічного режиму й особливостями мінливості часових режимоутворювальних чинників, рівнями техногенного навантаження на довкілля й об'ємами споживання ресурсів питних підземних вод, типами небезпечних ЕГП та інтенсивністю їх прояву, а також схильністю до підтоплення [8].

1. Екологічна геологія. Підручник / за ред. Коржнева М.М. – К., 2005.

2. Екологічний атлас Дніпропетровської області / за редакцією Шалара 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