

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ФАКТОРІВ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ № 5/6 ДП «МИРНОГРАДВУГІЛЛЯ»

Улицький О.А.¹, Буглак О.В.¹, Горобей М.С.¹, Савлущинський О.М.²

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ

²Державне науково-виробниче підприємство «Геоінформ України»
вул. Антона Цедіка, 16, 03057, м. Київ

Досліджено проблему забезпечення екологічної безпеки на територіях розташування вугільних шахт, де відбулися небезпечні зміни екологічного стану навколишнього природного середовища, що охоплюють територію близько 30 тис. км². Зокрема, це – надмірне забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, земельних ресурсів, руйнування промислових об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, поводження з небезпечними відходами, наслідки руйнування шахт, втрати природно-заповідного фонду. Деградація зональних біогеоценозів й ландшафтів, деформування земної поверхні й гірського масиву зумовлюють формування «техногенних ландшафтів», якими є промислові зони та території закритих шахт, водойми-накопичувачі, зовнішні відвали (терикони). Ситуація, що склалася, потребує вжиття невідкладних заходів з виявлення небезпечних екологічних чинників, спричинених техногенезом, аналізу рівня небезпеки, локалізації кожної із проблем та розробки детального плану їх розв'язання залежно від рівня небезпеки або динаміки прогресування.

За визначеними пріоритетними факторами, отриманими шляхом аналізу поточного стану та екологічних показників вугільних підприємств, з'ясовані наслідки підземного видобування вугілля, узагальнена трансформація елементів навколишнього середовища, масиву гірських порід та земної поверхні на етапах функціонування вугільних шахт. Оцінені ризики та визначена пріоритетність елементів екологічної безпеки. Здійснені попарні порівняння факторів та окреслені значення відносної важливості окремо визначеного фактору над іншим. На основі попарних порівнянь для кожного з факторів був означений ваговий коефіцієнт (пріоритет фактору), що відображає вагу, або внесок фактору екологічного ризику в техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. *Ключові слова:* навколишнє середовище, вугільна шахта, екологічні ризики, гідродинамічний режим, породні відвали, деформаційні процеси.

Determination of priority environmental risk factors for the environment and public health on the example of coal mine No. 5/6 of the «Myrnodgradvugillia» substation. Ulytskyi O., Buhlak O., Horobei M., Savluchynskiy O.

The article is devoted to the problem of ensuring an acceptable level of environmental situation in the territories where coal mines are located. There have been dangerous changes in the state the natural environment, which cover an area of about 30 thousand km². These include excessive pollution of atmospheric air, water resources, and land resources, destruction of industrial facilities, objects of high-environmental hazards, hazardous waste management, consequences of mine destruction, and loss of the nature reserve fund. Degradation of zonal biogeocenoses and landscapes, deformation of the earth's surface and mountain massif lead to the formation of «man-made landscapes», which are industrial zones and territories of closed mines, storage reservoirs, external dumps (terricones). The current situation requires taking urgent measures to identify dangerous environmental factors caused by technogenesis, analyze the level of danger, localize each of the problems and develop a detailed plan for their solution depending on the level of danger or the dynamics of progression.

Based on the determined priority factors, obtained through the analysis of the current state and environmental indicators of coal enterprises, the consequences of underground coal mining, the generalized transformation ents, the massif of rocks and the earth's surface at the stages of operation of coal mines are revealed. Risks have been assessed and the priority of environmental safety elements has been determined. Pairwise comparisons of factors were made and values of relative importance of a separately determined factor over another were outlined. Based on pairwise comparisons, a weighting factor (priority factor) was determined for each factor, which shows the weight or contribution of each environmental risk factor to the anthropogenic impact on the environment. *Key words:* environment, coal mine, environmental risks, hydrodynamic regime, rock dumps, deformation processes.

Постановка проблеми. Державне регулювання процесів використання природних ресурсів і зменшення антропогенного навантаження на ландшафти вугільних регіонів України є важливими інструментами захисту біосфери [1]. Покровський та Волноваський райони Донецької області, де розташовані вугільні шахти, – це промислово-аграрний регіон з інтенсивним використанням мінерально-сировинних, земельних, водних ресурсів і зміною еко-

логічних факторів, що забезпечують динаміку та розвиток природного середовища. Аналіз антропогенного розвитку системи «вугільний регіон – навколишнє середовище» свідчить, що землеумістність (кількість розривних порід на одиницю корисних копалин) і негативний вплив на природні й аграрно-територіальні ландшафти є у вуглевидобувній промисловості з використанням підземного способу розроблення корисних копалин (кам'яне вугілля та

ін. корисні копалини) [2]. З огляду на це, виникає проблема досягнення екологічної стійкості в гірничому процесі, що спрямована на зменшення негативного впливу вуглевидобувної промисловості на навколишнє природне середовище [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Останнім часом фахівці загострюють увагу на забезпеченні національної безпеки України в її екологічному аспекті. Таку тему досліджували О. Бондар, В. Бузило, А. Качинський, В. Костенко, В. Красник, О. Машков, А. Павличенко, Г. Рудько, І. Садовенко, І. Удалов, О. Улицький, Є. Яковлев та інші. У працях здійснений аналіз рівня забезпечення національного плану дій з охорони НПС та пошук можливостей його поліпшення, проте дана тема потребує глибшого вивчення в напрямку екологічного збалансованого розвитку, керуючись програмними завданнями, викладеними в «Основних засадах(стратегії) державної екологічної політики на період до 2030 року» [4-7].

Матеріали і методи дослідження

В дослідженні використовувалися дані Міністерства України з екологічних показників діяльності вуглевидобувної галузі та Державної служби статистики України щодо виробничих показників підприємств, експертні оцінки факторів екологічної небезпеки, описові характеристики району дослідження.

Визначення рівнів екологічних ризиків здійснювалося за допомогою порівняльного аналізу екологічних показників та виробничих даних вугільних підприємств, статистичних методів обробки даних.

Окреслення пріоритетних факторів ризику здійснювалося з урахуванням методики визначення першочергових елементів системи природно-техногенної та екологічної безпеки. Оцінка проводилася для таких узагальнених факторів екологічного ризику: викиди в атмосферу ЗР з териконів, забруднення підземних вод, порушення гідродинамічного режиму підземних вод та порушення ландшафту прилеглої території.

Для кожного фактору був визначений ваговий коефіцієнт (пріоритет фактору), що показує вагу, або внесок кожного фактору екологічного ризику в техногенне навантаження на довкілля або важливість для здоров'я населення. Вагові коефіцієнти були визначені на підставі попарних порівнянь факторів екологічного ризику та оцінки відносної важливості одного фактору над іншим. Для проведення попарних порівнянь елементів використано шкалу відносної важливості Т. Сааті, що дозволила з'ясувати відносну перевагу одного елементу над іншим. Визначення відносної важливості факторів екологічного ризику для навколишнього середовища здійснювалося за схемою: порівняння екологічних показників підприємств та експертних оцінок. Під час визначення відносної важливості факторів екологічного ризику для здоров'я населення використовувалися лише експертні оцінки. Попарні порівняння призводять до формування квадратної матриці, що

має властивості оберненої симетрії. Ваговий коефіцієнт фактору i визначався як нормалізована компонента власного вектору матриці за рядком, що відповідає фактору i .

Оцінка ризику для здоров'я населення проводилася за Методикою рекомендацій МОЗ «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря».

Характеристика ризику формувалася шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з референтними (безпечними рівнями) впливу та визначення коефіцієнту небезпеки HQ. Коефіцієнти небезпеки HQ визначався за формулою:

$$HQ = AC/RfC, \quad (1)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки,

AC – середня концентрація, $мг/м^3$,

RfC – референтна концентрація, $мг/м^3$.

Визначення рівня концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі проводилося з використанням програми Еол-Плюс, версія 5.23.

Коефіцієнти небезпеки HQ визначалися для всіх речовин, концентрації яких в атмосферному повітрі на території підприємства перевищували ГДК або мали наближене до ГДК значення.

Виклад основного матеріалу

Загальна характеристика модельного району

Фактори екологічного ризику вуглевидобування розглядаються на прикладі модельного району, представленого територіями, де розташовані вугільні шахти в Покровському та Волноваському районах Донецької області (рисунок 1).

Гірничо-технічна характеристика

Рік введення шахти в експлуатацію 1916

Річна проектна потужність, тис. т 9

Річна виробнича потужність, тис. т 135

Промислові запаси на 01.01 2021 року, тис. т 15,4

Вугільні пласти, що відпрацьовуються $K_8-1,05 \div 1,28$; $K_7-0,93$

Категорія шахти за газом (метаном) надкатегорійна

Макс. глибина розробки 624

Схема підготовки пластів панельна

Система розробки стовбова

На підставі Перспективного плану формування територіальних громад Донецької області визначені нові межі територіальних громад, що об'єдналися навколо адміністративних центрів – міст обласного значення, - Покровськ, Добропілля, Мирноград, Селидове, Новогродівка, Вугледар та ін.

Рельєф модельного району, що розглядається, має помірний горбисто-рівнинний характер зі значною ерозією ґрунтів. Ландшафти району – сильно розчленовані балками рівнини та височини, які переходять у заплавні ландшафти річкових долин.

Клімат-помірно-континентальний. Зима в межах модельного району порівняно холодна і мало-сніжна, літо зазвичай спекотне і посушливе. Річна сума опадів становить 375 – 556 мм на рік, біль-

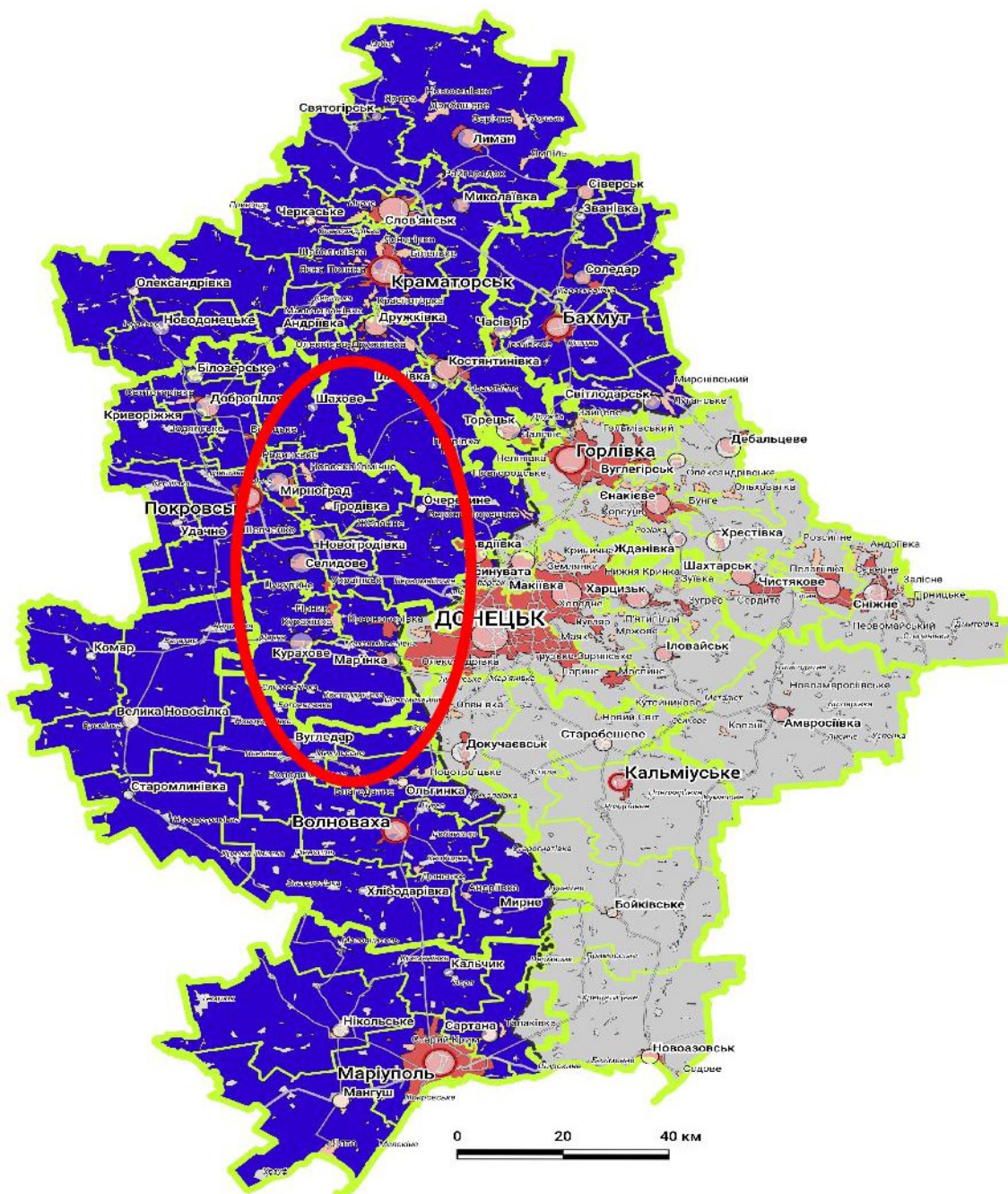


Рис. 1. Місце розташування модельного району

шість – у теплу пору року. Середнє значення відносної вологості – 74%.

На території модельного району розташовані такі населені пункти як Покровськ, Добропілля, Мирноград, Селидове, Гродівка, Українськ, Курахове, Вугледар, та ін. Кількість населення, що мешкає в межах модельного району, – понад 380,0 тис. чоловік

У межах модельного району розглядаються 12 вуглевидобувних підприємств (рисунок 2).

Підприємства мають різний статус (діючі, ліквідовані, або знаходяться на стадії ліквідації), з 12

шахт три є приватизованими, 9 знаходяться у державній власності (таблиця 1).

Аналіз рівнів екологічного впливу Екологічні наслідки від діяльності вугільних підприємств.

Актуальною і гострою проблемою для територіальних громад,

де розташовані вугільні підприємства, є негативний вплив на довкілля наслідків багаторічного інтенсивного видобутку вугілля.

Ступінь впливу видобутку вугілля на довкілля тісно пов'язаний з багаторічним нераціональним

використанням природних ресурсів із застосуванням застарілих технологій і характерний проявами :

- активізацією деформацій земної поверхні, утворенням провалів;

- зсувами зон активного газовиділення, неконтрольованим метановиділенням;

- порушенням гідрологічного режиму, підтопленням територій;

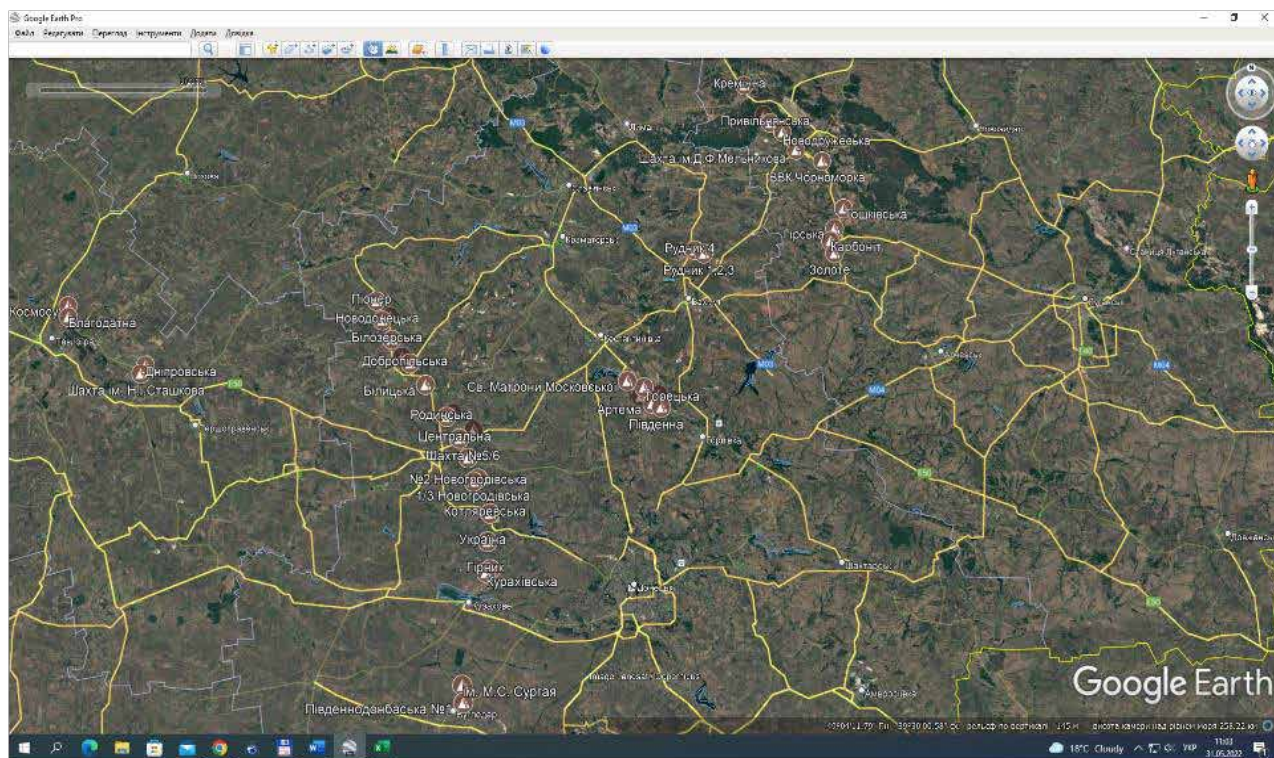


Рис. 2 Розташування вугільних підприємств в межах модельного району

Таблиця 1

Підприємства вугільного сектору, що розглядатися в межах модельного району

№ з/п	Назва шахти	координати		статус
		широта	довгота	
1	Південнодонбаська № 1	47°47'30. "	37°17'22. "	Діюча
2	ім. М.С. Сургая	47°49'29. "	37°17'7. "	Діюча
3	Курахівська	48° 2'28. "	37°21'12. "	Діюча
4	Україна	48° 6'7. "	37°21'28. "	Діюча
5	Котляревська	48° 9'28. "	37°21'50. "	Діюча
6	№ 2 Новоградівська	48°13'20. "	37°18'34. "	В стадії ліквідації
7	1/3 Новоградівська	48°13'41. "	37°19'29. "	Діюча
8	№ 5/6	48°16'13. "	37°17'29. "	Діюча
9	Центральна	48°18'37. "	37°15'49. "	Діюча
10	Капітальна	48°19'40. "	37°18'28. "	Діюча
11	Родинська	48°21'18. "	37°13'17. "	В стадії ліквідації
12	Краснолиманська	48°21'46. "	37°14'30. "	Діюча
13	Білицька	48°25'19. "	37° 9'1. "	Діюча
14	Добропільська	48°28'4. "	37° 5'52. "	Діюча
15	Алмазна	48°28'53. "	37° 4'16. "	Діюча
16	Білозерська	48°31'5. "	37° 2'9. "	Діюча
17	Новодонецька	48°33'33. "	37° 0'8. "	В стадії ліквідації
18	Красноармійська	48°34'3. "	37° 1'42. "	Діюча
19	Піонер	48°36'3. "	36°58'51. "	Діюча
20	Гірник	48° 2'49. "	37°22'1. "	В стадії ліквідації

- забрудненням водного і повітряного басейнів, негативним впливом породних відвалів;

- знищенням ґрунтового і рослинного покривів на територіях, значно більших, ніж земельні відводи підприємств.

Під час затоплення шахт активізуються процеси просідання земної поверхні, що призводить до виведення з експлуатації будівель, споруд та комунікацій, в тому числі газопроводів, каналізаційних та водопровідних мереж тощо [8-10].

Визначення пріоритетних факторів екологічного ризику для навколишнього середовища та здоров'я населення

Визначення пріоритетних факторів екологічного ризику проводилося за аналізом впливів підприємств вугільного сектору на навколишнє середовище, та експертних оцінок. Проведено попарні порівняння факторів та визначено значення відносної важливості одного фактору над іншим. На основі попарних порівнянь для кожного фактору був визначений ваговий коефіцієнт (пріоритет фактору), який відображає вагу, або внесок кожного фактору екологічного ризику в техногенне навантаження на навколишнє середовище [12-14]. У межах досліджень визначалися пріоритети для таких факторів екологічного ризику як викиди в атмосферу, вивітрювання матеріалу з териконів, забруднення води, порушення водного режиму, забруднення ґрунтів, порушення земної поверхні. У таблиці 2 наведені пріоритети факторів екологічного ризику для навколишнього середовища, сформовані з урахуванням даних аналізу виробничих та екологічних показників діяльності підприємств [6].

На підставі аналізу виробничих та екологічних показників вугільних підприємств було визначено, що найважливішим фактором екологічного ризику для навколишнього середовища є деформування

земної поверхні (ваговий коефіцієнт 0,4981). Окрім того, пріоритетними є такі фактори як забруднення ґрунтів та порушення гідрогеологічного режиму (пріоритети 0,2560 та 0,1338 відповідно). Ваговий коефіцієнт для порушення гідрологічного режиму був визначений 0,0695. Найменші значення мають такі фактори, як вивітрювання матеріалу з териконів та викиди в атмосферу (0,0346 та 0, 79 відповідно).

Окрім того, були проведені експертні оцінки пріоритетів факторів для навколишнього середовища. Це пов'язано з тим, що такі об'єктивні оцінки практично часто відсутні. Можна лише поміркувати, що експерт надає якісне попарне порівняння альтернатив та для визначення вагових коефіцієнтів у таблиці пропонується використовувати шкалу відносної важливості: однакова значущість – коефіцієнт дорівнює 1; слабка значущість – 3; істотна значущість – 5; очевидна значущість – 7; абсолютна значущість – 9. Проміжні значення між сусідніми судженнями – 2, 4, 6, 8. Метод Сааті передбачає перевірку узгодженості таблиць бінарних відношень, в яких фігурують суб'єктивні оцінки пріоритетів альтернатив, що порівнюються, і перехід від матриць парних порівнянь до кількісних оцінок, що дозволяє провести рейтинг альтернатив [6, 15-17]. Результати представлені в таблиці 3

Найважливішим фактором екологічного ризику відповідно до експертних оцінок є деформування земної поверхні (ваговий коефіцієнт 0,4051). Ваговий коефіцієнт забруднення ґрунтів експертними оцінками становить 0,2394, а порушення гідрогеологічного режиму – 0,1517. На четвертому місці стоїть забруднення поверхневих водойм, для якого значення вагового коефіцієнту дорівнює 0,1148. Серед факторів екологічного ризику, що розглядалися, найменше значення для техногенного навантаження мають вивітрювання матеріалу з териконів та відвалів

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього середовища

Фактори	Викиди в атмосферу	Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	Забруднення поверхневих водойм	Порушення гідрогеологічного режиму	Забруднення ґрунтів	Деформування земної поверхні	Пріоритет
Викиди в атмосферу	1, 0	0.16	0.14	0.12	0.12	0.11	0, 79
Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	6.26	1, 0	0.16	0.13	0.15	0.12	0,0346
Забруднення поверхневих водойм	7.34	6.18	1, 0	0.16	0.15	0.14	0,0695
Порушення гідрогеологічного режиму	8.11	7.52	6.08	1, 0	0.14	0.15	0,1338
Забруднення ґрунтів	8.53	7.13	6.54	6.02	1, 0	0.16	0,2560
Деформування земної поверхні	9.05	8.09	7.11	6.56	6.08	1, 0	0,4981

Таблиця 3

Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для навколишнього середовища, визначених на основі експертних оцінок

Фактори	Викиди в атмосферу	Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	Забруднення поверхневих водойм	Порушення гідрогеологічного режиму	Забруднення ґрунтів	Деформування земної поверхні	Пріоритет
Викиди в атмосферу	1, 0	0.2	0.17	0.2	0.17	0.33	0,0324
Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	5	1, 0	0.17	0.25	0.2	0.25	0,0566
Забруднення поверхневих водойм	6	6	1, 0	0.33	0.25	0.25	0,1148
Порушення гідрогеологічного режиму	5	4	3	1, 0	0.33	0.2	0,1517
Забруднення ґрунтів	6	5	4	3	1, 0	0.17	0,2394
Деформування земної поверхні	3	4	4	5	6	1, 0	0,4051

(пріоритет 0,0566) та викиди в атмосферу (0,0324). Порівняння пріоритетів, отриманих на основі аналізу виробничих та екологічних показників і на основі експертних оцінок, показує, що загальні значення важливості для факторів екологічного ризику збігаються. Найбільшою мірою на стан навколишнього середовища впливають деформування земної поверхні, за ними йдуть забруднення ґрунтів та порушення гідрологічного режиму, далі – вивітрювання матеріалів з териконів та відвалів, на останньому місці стоїть викиди в атмосферу [18].

Найбільша різниця в оцінках пріоритетів на основі виробничих та екологічних показників діяльності підприємств та експертних оцінок була отримана для вагового коефіцієнту порушення земної поверхні. Для цього фактору ваговий коефіцієнт, отриманий на основі аналізу рівнів впливів складає 0,4981, а на основі експертних оцінок – 0,4051. Основною причиною такої різниці в результатах може бути відсутність вичерпних задокументованих даних щодо порушень земної поверхні на території, і як результат, занижені оцінки при попарних порівняннях для цього фактору при визначенні пріоритетів на основі аналізу рівнів впливів. На основі експертних оцінок були визначені також пріоритети факторів екологічного ризику для здоров'я населення [19, 20]. Оцінка факторів екологічного ризику для здоров'я населення дозволяє пріоритетувати фактори екологічного ризику щодо їх шкідливої дії і визначити послідовність дій в управлінні екологічними ризиками. Пріоритетизація факторів екологічного ризику для здоров'я населення є лише першим та допоміжним етапом, за яким має йти власне оцінка ризиків для здоров'я населення, аналіз наслідків несприятливої окремої чи комбінованої дії чинників навколишнього середо-

вища, що враховує біологічну дію шкідливого чинника; ступінь його розповсюдження; стійкість чинника у часовому просторі; ймовірність виникнення негативних наслідків; розміри груп населення, які в тій чи іншій мірі знаходяться під негативним впливом. Тому надзвичайно важливим є визначення пріоритетних факторів екологічного ризику не лише для навколишнього середовища, а і для здоров'я населення на основі експертної оцінки [21]. В таблиці 4 наведені результати попарних порівнянь факторів екологічного ризику та визначені пріоритети ризиків для здоров'я населення.

На основі експертних оцінок було визначено, що на здоров'я населення найбільшою мірою впливають викиди в атмосферу (пріоритет 0,5289). Крім того вивітрювання матеріалу з породних відвалів (пріоритет 0,2590) та вивітрювання матеріалу з породних відвалів (пріоритет 0,1319) також мають суттєвий вплив. Далі йдуть порушення гідрогеологічного режиму – пріоритет 0,0703, забруднення ґрунтів – пріоритет 0,0703. Найменше значення має деформування земної поверхні – пріоритет 0,99.

Порівняння важливості факторів екологічного ризику для навколишнього середовища та здоров'я населення, дозволяє стверджувати, що на екологічну ситуацію навколишнього середовища та здоров'я населення найбільшою мірою впливають викиди в атмосферу (пріоритет фактору для навколишнього середовища 0,0841, для здоров'я населення – 5,277) та забруднення поверхневих водойм (пріоритет для навколишнього середовища – 0,731, для здоров'я населення – 1,316). На третьому місці за рівнем впливу на навколишнє середовище стоїть порушення гідрогеологічного режиму (пріоритет 1,408). Для здоров'я населення за рівнем впливу на тре-

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для здоров'я населення, визначених на основі експертних оцінок

Фактори	Викиди в атмосферу	Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	Забруднення поверхневих водойм	Порушення гідрогеологічного режиму	Забруднення ґрунтів	Деформування земної поверхні	Пріоритет
Викиди в атмосферу	1, 0	9.03	8.25	7.31	6.52	6.08	0,5289
Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	0.11	1, 0	8.11	7.53	7.25	6.11	0,2590
Забруднення поверхневих водойм	0.12	0.12	1, 0	8.32	7.04	6.15	0,1319
Порушення гідрогеологічного режиму	0.13	0.13	0.12	1, 0	8.07	7.25	0,0703
Забруднення ґрунтів	0.15	0.13	0.14	0.12	1, 0	6.18	0,0703
Деформування земної поверхні	0.16	0.16	0.16	0.14	0.16	1, 0	0, 99

Таблиця 5

Пріоритети факторів екологічного ризику для навколишнього середовища та здоров'я населення

	Пріоритет фактору для навколишнього середовища	Пріоритет фактору для здоров'я населення
Викиди в атмосферу	0, 79	0,5289
Вивітрювання матеріалу з породних відвалів	0,0346	0,2590
Забруднення поверхневих водойм	0,0695	0,1319
Порушення гідрогеологічного режиму	0,1338	0,0703
Забруднення ґрунтів	0,2560	0,0703
Деформування земної поверхні	0,4981	0, 99

тому місці стоїть забруднення поверхневих водойм (пріоритет 1,316), в той час, як за пріоритетом для навколишнього середовища цей фактор стоїть лише на четвертому місці. Це можна пояснити істотним негативним впливом вуглепородного пилу на органи дихання. Результати для порівняння представлені в таблиці 5.

Отже фактором найбільшого ризику для навколишнього середовища та здоров'я населення є забруднення атмосферного повітря. Найбільш вагомими факторами екологічного ризику для навколишнього середовища окрім забруднення атмосфери, є забруднення поверхневих водойм та деформування земної поверхні.

Для здоров'я населення найбільш вагомими факторами екологічного ризику, окрім забруднення атмосфери, є забруднення поверхневих водойм та вивітрювання матеріалу з породних відвалів.

Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря

За результатами виконаних досліджень за методикою визначення пріоритетних елементів системи техногенної, природної та екологічної безпеки, було з'ясовано, що фактором найбільшого екологічного ризику вуглевидобування є забруднення атмосферного повітря. Проте пріоритезація факторів екологічного ризику, що базується на загальних показниках діяльності підприємств та експертних оцінках, є лише початковим дійством в оцінці ризиків, оскільки такий аналіз засвідчує узагальнені пріоритети на районному рівні. Далі має здійснюватися власне оцінка ризиків для здоров'я населення від діяльності кожного окремо взятого підприємства, аналіз наслідків несприятливої дії різних чинників навколишнього середовища, враховуючи біологічну дію шкідливого джерела; ступінь його розповсюдження; стійкість у часовому просторі; ймовірність виникнення негативних наслідків; кількісний показник груп населення, які, тією чи іншою мірою, знаходяться під негативним впливом. Чинники, визнані

шкідливими, забороняються до використання, або регламентують їх надходження у навколишнє середовище. При цьому у міжнародній практиці рішення про рівень регламентації приймається на основі концепції «користь-школа». Користь, яку матиме суспільство від застосування чинника, порівнюється із завданою довкіллю і здоров'ю шкодою. Визначається розмір шкоди, прийнятний допустимий ризик. В Україні регламентування шкідливих чинників проводиться з позицій «нульового ризику». Вважається, що при дотриманні розробленого нормативу, антропогенні чинники негативно не впливатимуть на здоров'я. Але це твердження не відповідає дійсності, адже в популяції завжди знайдуться індивіди більш чутливі до дії певного чинника ніж інші, наприклад особи з хронічними захворюваннями легенів, печінки тощо. В Україні майже не користуються концепцією ризику (ймовірності виникнення) для регламентування і оцінки шкідливого впливу чинників навколишнього середовища. Поняття допустимого ризику існує тільки при регламентуванні іонізуючого випромінювання. Проте без застосування поняття ризику і його розрахунку неможливо правильно оцінювати окремі чинники за ступенем їх шкідливості [12].

Як приклад подальшого аналізу, в праці представлені результати оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами з площинного джерела – терикону, а також типового підприємства вугільного сектору – шахта

№ 5/6 ДП «Мирноградвугілля», що розташована в м. Мирноград Донецької області (рисунок).

Для всіх досліджуваних речовин характеристика ризику проводилася шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з референтними (безпечними рівнями) впливу та визначення коефіцієнту небезпеки HQ.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за впливу (пил вуглепородний) концентрації 0,099 мг/м³ в атмосферному повітрі навколо терикону шахти № 5/6 здійснюємо шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки за формулою:

$$HQ = AC/RfC, \quad (1)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки,

AC – середня концентрація, мг/м³,

RfC – референтна концентрація, мг/м³.

Визначення рівня концентрацій вуглепородного пилу в атмосферному повітрі проводилось за допомогою програми Еол-Плюс, версія 5.23.

Метеорологічні умови, до яких відносять атмосферні опади, температурний режим повітря тощо, є головними факторами, що впливають на розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Для достовірного аналізу розсіювання вуглепородного пилу в атмосферному повітрі ми повинні враховувати кількість сонячних і похмурих днів, середню місячну і максимальну кількість опадів, середню місячну і річну кількість опадів, число днів з різною кількістю опадів (рисунок 3).

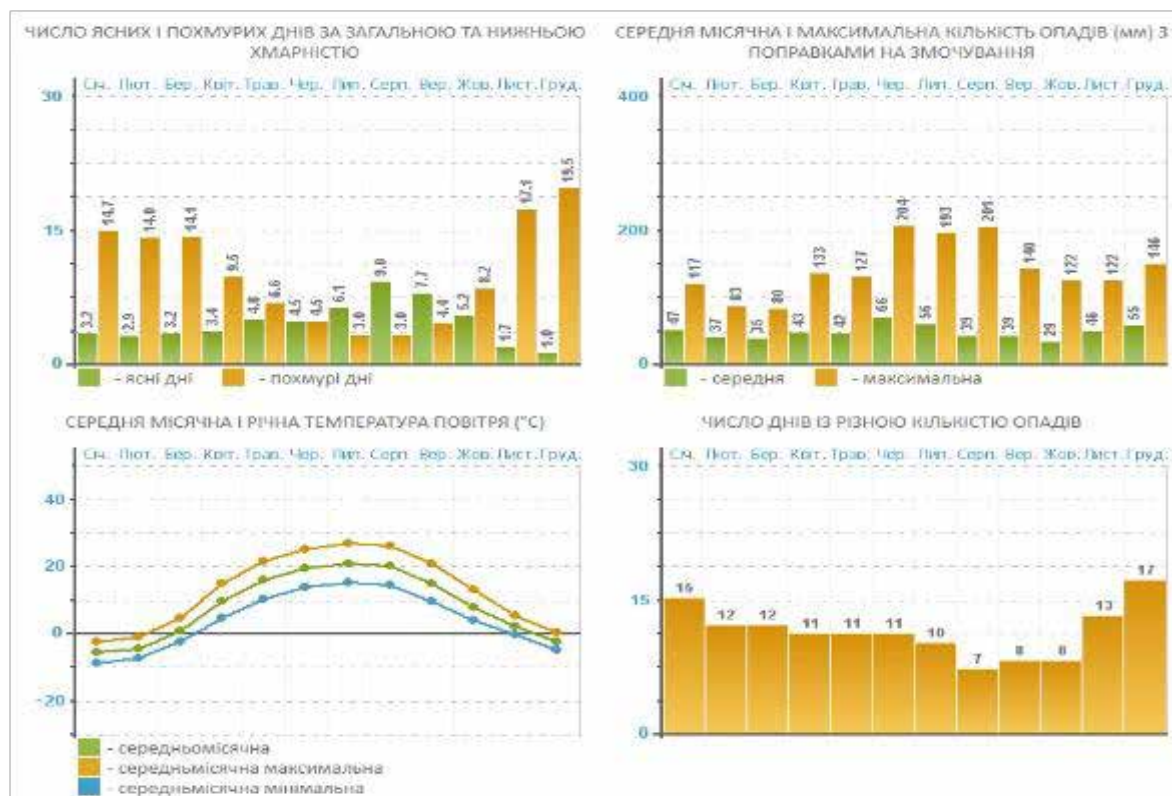


Рис. 3. Метеорологічна характеристика території модельного регіону за даними метеостанції м. Покровськ.

Дані для аналізу метеорологічних умов взяті з офіційного сайту Українського гідрометеорологічного центру, зазначивши населений пункт, який знаходиться найближче до об'єкту досліджень (най-

ближча метеостанція) – у нашому випадку – це місто Покровськ Донецької області.

Ореол розповсюдження забруднюючих речовин залежатиме від швидкості та напрямку вітру (рисунк 4, 5).



Рис. 4. Гістограма швидкості вітру в межах модельного регіону

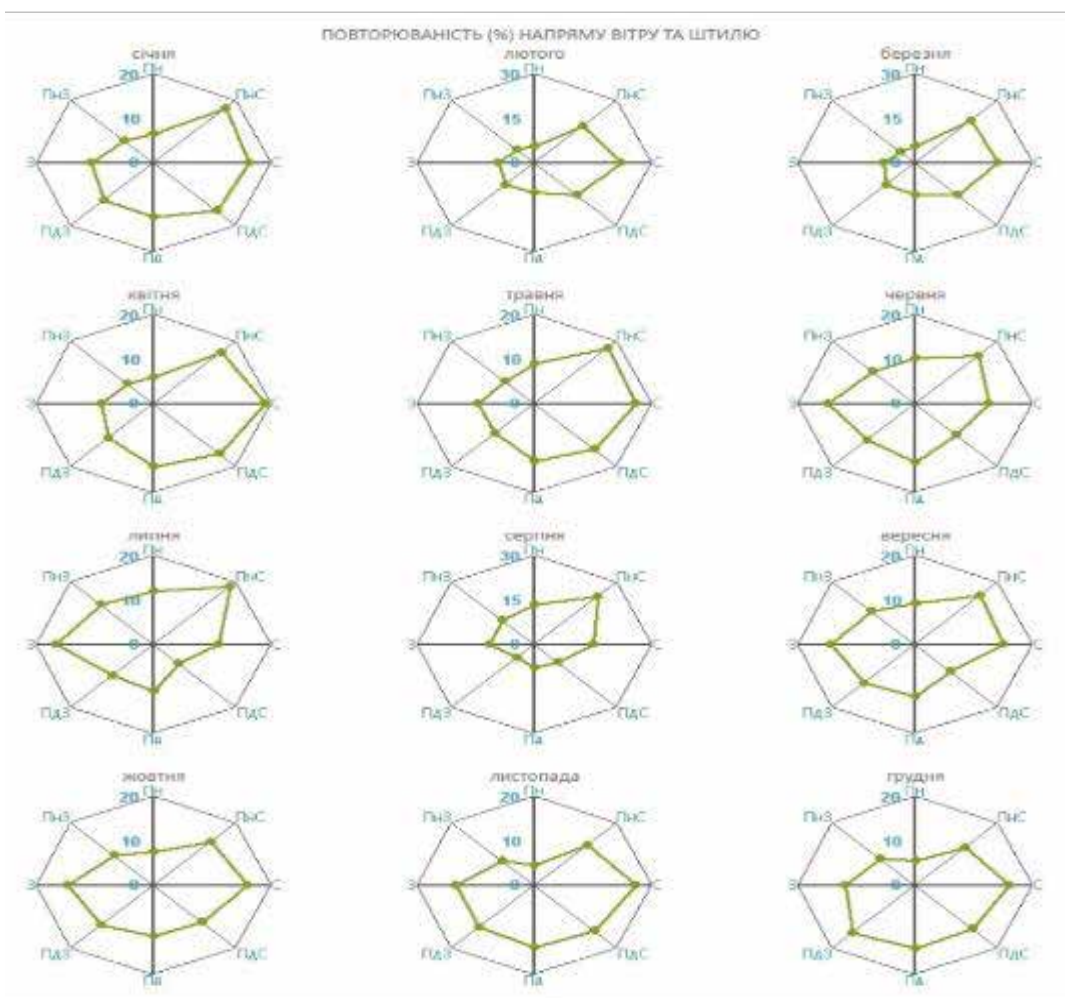


Рис. 5. Помісячна повторюваність напрямку вітру та штилю

Визначення концентрації вуглепородного пилу відбувається в методично затверджених точках відбору, зокрема, на межі зон санітарної захисної зони навколо діючого породного відвалів шахти № 5/6.

Для I поясу санітарної захисної зони (СЗЗ) – 1 метрів, для II поясу СЗЗ – 3 метрів і для III поясу СЗЗ – 5 метрів. Саме в цих місцях і визначалася концентрація вуглепородного пилу та за їх значеннями будувалися ізолінії розповсюдження такого забруднювача в атмосферному повітрі з урахуванням метеорологічних умов (рисунок 6).

Коефіцієнти небезпеки HQ було визначено для всіх речовин, концентрації яких в атмосферному

повітрі на території вугільної шахти № 5/6 перевищувало ГДК або мали наближене значення до ГДК. Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведені в таблиці 6.

Були розраховані коефіцієнти небезпеки для вуглепородного пилу, де джерело викидів – терикон (рисунок). Результати представлені в таблиці 7 та на рисунку 3.

На рисунку 6 показано розсіювання вуглепородного пилу навколо джерела викиду (терикону) шахти № 5/6 у вигляді ізоліній концентрацій. Перша ізолінія відповідає концентрації пилу $0,017 \text{ мг/м}^3$, коефіцієнт небезпеки в цьому районі дорівнює 0,55. Друга



Рис. 6. Ізолінії розповсюдження вуглепородного пилу в атмосферному повітрі в межах території шахти № 5/6 з урахуванням метеорологічних умов

Таблиця 6

Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

Таблиця 7

Характеристика викидів вуглепородного пилу шахта № 5/6 ДП «Мирноградвугілля»

Код та назва речовини	ГДК, мг/м ³	Концентрації, мг/м ³			Коефіцієнт небезпеки		
		для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 3	для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 3
10835 Пил вуглепородний	0,03	0,017	0,012	0, 5	0,55	0,38	0,016

ізоляція відповідає концентрації 0,012 мг/м³, коефіцієнт небезпеки – 0,4. Третя ізоляція відповідає концентрації 0, 5 мг/м³, коефіцієнт небезпеки – 0,16.

Оскільки коефіцієнт небезпеки для вуглепородного пилу менше одиниці навіть неподалік джерела, ризик виникнення шкідливих ефектів в цьому випадку незначний.

Висновок

Здійснена кількісна оцінка небезпеки реальних впливів, яку за міжнародною практикою надано у вигляді матриці оцінки екологічного ризику та

виконано оцінку екологічного статусу вугільних шахт за спеціально розробленою формою.

На прикладі шахти № 5/6 ДП «Мирноградвугілля» розроблено алгоритм оцінки екологічних ризиків, що ґрунтується на порівняльному аналізі виробничих та екологічних показників вугільного підприємства.

За методом рейтингових оцінок визначено рівень та коефіцієнт небезпеки, що істотно розширює змогу застосування моделі поточного стану як фактору шкідливої дії на елементи довкілля.

Література

1. Адаменко О.М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко та ін. Укр. геогр. журнал. 2 4. № 2. С. 22–27.
2. Бакка М.Т. Екологія гірничого виробництва: навч. посіб. / М.Т. Бакка, І.Л. Гуменюк, В.С. Редчиць. Житомир: ЖДТУ, 2 4. 307 с.
3. Білявський Г.О. Моніторинг екологічний / Г.О. Білявський Екологічна енциклопедія: у 3 т. / редкол.: А.В. Толстоухов та ін. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2 7. Т. 2. С. 315–316.
4. Бондар О.І., Мілехін П.О., Улицький О.А., Єрмаков В.М., Буглак О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» № ДР 0118U 5460 (протокол № 8-18 від 22.11.2018 р.) / Національний центр управління та випробування космічних засобів, м. Київ, 2018. 164 с.
5. Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М., Буглак О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення оцінки та вивчення еколого-техногенного стану Донецької та Луганської областей з метою розробки рекомендацій щодо природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах» № ДР 017U 6967 / Міністерство з питань тимчасово окупованих територій та внутрішньо переміщених осіб України, м. Київ, 2017. 71 с.
6. Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М., Буглак О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» № ДР 0116U 5852 (протокол № 8-18 від 22.11.2018 р.) / Мінергосп, м. Київ, 2018. 52 с.
7. Буглак О.В. Техногенне забруднення атмосфери внаслідок функціонування і закриття вугільних шахт та заходи щодо його запобігання (мінімізації) Геохімія техногенезу (Збірник наукових праць ДУ «ІГНС НАН України»). К. 2019. Вип. 1 (29). С. 32-40.
8. Денщик В.А. Экологические последствия массового закрытия шахт в Луганской области URL: <http://www.enwl.net.ru/22/chemestr/04182330.php>.
9. Заборин М.С. Геоэкологические проблемы реструктуризации угольной промышленности / М.С. Заборин, О.А. Улицький, Б.С. Панов : Материалы VII Междунар. студ. экол. конф. Новосибирск, 2 2. С. 85–87.
10. Керування ризиками в гірничодобувній діяльності: монографія / Г.Г. Півняк, М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський: М-во освіти і науки України / Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2015. 288 с.
11. Костенко В.К. Якісна оцінка впливу видобутку енергоносіїв на довкілля Вісті Донецького гірничого інституту № 1(38). 2016. С. 139-149.
12. Лисиченко Г.В. Екологічний ризик: методологія оцінювання та управління: навч. посібник для вищих навч. закладів / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барбашев та ін. К: Наук. думка, 2014. 328 с.
13. Лисиченко Г.В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль. К.: Наук. думка, 2 8. 541 с.
14. Лисянская Л.А. Шевченко Н.Н. Отчёт «Гидрогеологические исследования на опорных шахтах Донецкой области для прогнозирования обводненности горных выработок за 1988-1990 гг.» (кн. 1-2). Артемовск: 1992 г. 531 с.
15. Мала гірнича енциклопедія: [у 3-х т.] / за ред. В.С. Білецького. Донецьк: Донбас, 2 4. Т. 1. 358 с.
16. Оцінка екологічного стану навколишнього середовища при реструктуризації вугільної промисловості. Методи захисту довкілля: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. К: б. в. 1999. 240 с.
17. Рудько Г.І. Екологічна безпека вугільних родовищ України / За ред. Г.І. Рудька, О.І. Бондаря. Київ, Чернівці: Букрек, 2016. 608 с.

18. Сляднев В.А. Факторы влияния массового закрытия шахт на эколого-геологическое состояние Донбасса / В.А. Сляднев / Уголь Украины. 2 1. № 7. С. 18–20.
19. Тарасов Л.Б. Отчёт «Гидрогеологические исследования на опорных шахтах Донецкой области для прогнозирования обводненности горных выработок» (кн. 1). Артемовск, 1999. 112 с.
20. Улицький О.А. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня доктора геол. наук / О.А. Улицький. К., 2014. 287 с.
21. Улицький О.А. Оцінка ступеня трансформації ґрунтів в умовах проведення бойових дій (збройного конфлікту) / О.А. Улицький, Н.О. Риженко, О.І. Тюрдьо, О.В. Буглак. Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. 2017. Вип. 13. С. 93-108.