

УДК 553.042:552.57(447)
DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.103.09>

Олег УЛИЦЬКИЙ, д-р геол. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0003-2674-2208
e-mail: olegulytsky@gmail.com

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Київ, Україна

Марія КУРИЛО, д-р геол. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0002-1411-2754
e-mail: kurilo@univ.kiev.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Володимир БАЛА, канд. геол. наук
ORCID ID: 0000-0001-6180-5126
e-mail: balavv79@gmail.com

Державна комісія України по запасах корисних копалин, Київ, Україна

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗА КРИТЕРІЄМ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДОНЕЦЬКОЇ ТА ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

Встановлено, що техногенні та екологічні ризики, визначені за критерієм еколого-економічної ефективності вуглеводобувних підприємств, знижують вірогідність подальшої їх роботи. Значна частина наукових досліджень у розглянутій сфері присвячена розв'язанню проблем, пов'язаних зі шляхами управління екологічною безпекою на вугільних шахтах із застарілим технологічним комплексом (проммайданчиками, підземним комплексом гірничих робіт, затопленням гірничих виробок) на основі геологічних особливостей та визначення наслідків для політики на національному та місцевому рівнях у Донецькій та Луганській областях. Розкрито особливості геологічних і технічних умов вугільних родовищ Донецького вугільного басейну, що зосереджені в межах Донецької та Луганської областей. Наведено основні показники та виконано аналіз техніко-економічного стану вугільної галузі на прикладі основних вуглеводобувних підприємств досліджуваних територій. Здійснено оцінку комплексного впливу основних вуглеводобувних підприємств на довкілля, на основі детального розгляду та виявлення ряду факторів створення техногенного навантаження у межах технологічних комплексів вуглеводобувних об'єктів.

Виконана оцінка техногенного та екологічного ризику за критерієм еколого-економічної ефективності вуглеводобувних підприємств Донецької та Луганської областей дала змогу сформулювати перші наближені, але науково обґрунтовані уявлення щодо рентабельності (нерентабельності) вуглеводобувної діяльності деяких підприємств, що є основою для подальшої розробки рекомендацій щодо послідовності та доцільності (з погляду збереження прийнятного екологічного стану прилеглих до шахт територій у сучасних економічно-технічних умовах вуглеводобувної галузі) закриття шахт з метою зниження техногенного навантаження. Проаналізовано та використано дані офіційної екологічної звітності вуглеводобувних підприємств, дані ДНВП "Геоінформ України", Міненерго, Держстату та науково-методичних джерел.

Ключові слова: Екологічні ризики, управління екологічною безпекою, вугільні шахти, фактори техногенного навантаження, еколого-економічна ефективність.

Актуальність дослідження. Велика частина досліджень у розглянутій сфері присвячена розв'язанню проблем, пов'язаних із шляхами управління екологічною безпекою на вугільних шахтах і застарілим технологічним комплексом (проммайданчиками, підземним комплексом гірничих робіт, затопленням гірничих виробок) на основі геологічних особливостей та визначення наслідків для політики на національному та місцевому рівнях у Донецькій та Луганській областях (Москаленко, 2011; Павличенко, 2017; Пруднік, 2018). Проектна потужність видобутку вугілля державними шахтами становить 32,6 млн т за рік, а фактичний видобуток у 2020 р. – лише 4,7 млн т рядового вугілля. Собівартість товарної вугільної продукції на державних шахтах у середньому понад 4000 гривень за тону за ринкової ціни 1350 гривень за тону. Державні вугледобувні підприємства є збитковими та вимагають постійної фінансової підтримки з державного бюджету.

Слід нагадати, що втрати енергоспоживання за рахунок вугілля компенсували шляхом збільшення споживання природного газу, який закуповували в основному за кордоном.

Аналіз показав, що сучасний паливно-енергетичний баланс України не відповідає тим запасам у країні і загальносвітовим тенденціям у використанні енергоносіїв. За станом шахтного фонду, структури управління, кадрової політики та іншим питанням сьогодні вугільна галузь не може бути гарантом енергетичної безпеки в

країні. За останні три десятиліття в галузі практично не проводились роботи з будівництва і реконструкції шахт. Виробничі фонди вуглеводобувних підприємств відпрацювали свій ресурс на 80 і більше відсотків.

Виникла потреба заміни повного технологічного оснащення шахт. Основною причиною є брак коштів на підтримку галузі, а також невелике залучення інших джерел інвестування.

Із середини 90-х років відбувається реструктуризація у вугільній галузі, а точніше – ліквідація неперспективних шахт. На цей час їх ліквідовано вже понад 120. Втрати потужності перевищили 70 млн т вугілля в рік. Процес закриття вугільних підприємств є дорогавартісним і породжує багато проблем в економічному, соціальному та екологічному аспектах. Водночас зазначається, що основними причинами є падіння видобутку вугілля (Енергетична стратегія..., 2017; Про схвалення Концепції..., 2021). Системний аналіз та оцінка ризиків мають на меті розробку прикінцевих управлінських рішень, що приймаються з метою запобігання негативним впливам вуглеводобувної діяльності на стан навколишнього природного середовища (НПС). Однак система прийняття рішень, як демонструє досвід, не може існувати без узгодження стану промислового об'єкта із станом НПС. При цьому до уваги слід брати екологічні загрози, серед яких можуть бути різного рівня техногенні аварії, хімічне забруднення, небезпечні технології та ін.

Отже, під час аналізу схеми формування загальної техногенної складової екологічної безпеки навколо вуглевидобувних комплексів мають розглядатися такі вхідні параметри: ступінь матеріально-технічного забезпечення підприємства, що визначає ресурсозберігаючу направленість технологічного процесу його вуглевидобувної діяльності, ступінь трансформації природно-техногенного геологічного середовища (ПТГС) та фактори поширення забруднювальних речовин у НПС – включаючи МВВ, ставки-накопичувачі шахтних вод та ін.

Постановка проблеми. На сьогодні в Україні не існує уніфікованої науково-теоретичної бази, на основі якої можлива побудова ефективної теорії управління системою екологічної безпеки у вугільній галузі та отримання експертних оцінок безпеки життєдіяльності людини у вуглевидобувних регіонах на етапі ліквідації шахт (Андрейцев, 2002; Екологічна безпека..., 2016; Кірін, 2018; Лазаренко, 2010; Москаленко, 2011; Пруднік, 2018). В існуючих підходах і принципах, розроблених для забезпечення екологічної безпеки у вугільній галузі країни загалом, не можна виявити цілісність поглядів і методів, спрямованих на подолання кризових екологічних ситуацій постексплуатаційного періоду. Світова практика оцінки ризику у вуглевидобувній сфері ґрунтується на методології, що наводиться у базових стандартах гірничодобувної галузі. У країнах ЄС ризики прийнято оцінювати з погляду можливого прояву небезпеки у вигляді погіршення стану здоров'я працівників (оцінка ризиків у сфері управління охороною праці – PN-N-18001/OHSAS 18001, PN-N-18002:2011, Directive 83/391/EEC), можливого прояву небезпеки у вигляді аварій техніки та шахтного устаткування (Directive 2006/42/EC, ISO 12100:2010, ISO 13849-1:2015, PN-EN 14973:2016-01 та ін.). Основні вимоги до системи управління станом довкілля, яких мають дотримуватись видобувні підприємства з метою покращення наслідків своєї діяльності, наведені у стандарті PN-EN ISO 14001 (Tubis et al., 2020). Основні групи ризиків та наслідки їх прояву на гірничодобувних підприємствах вугільної галузі, які висвітлюються в офіційних звітах Євростату, ОЕСР (Організація економічного співробітництва та розвитку) та у звітах національних організацій країн ЄС (наприклад, звіт Державного гірничого органу у Польщі), асоціюються із відходами виробництва (вуглевидобутку). Тому до основних факторів антропогенного навантаження, що існують у межах вуглевидобувного підприємства, відповідно до Директиви екологічної відповідальності ЄС (Environmental Liability Directive) та Директиви ЄС щодо відходів видобутку корисних копалин (Extractive Waste Directive) та інших регулювальних актів ЄС, є місця накопичення відходів вуглевидобутку. До останніх слід віднести: місця видалення відходів – гірської породи (терикони, конуси), місця накопичення та очищення шахтних вод (ставки-накопичувачі, очисні споруди), а також безпосередньо промислові майданчики шахтних підприємств.

Мета роботи. Запропонувати науково-обґрунтований підхід до аналізу та оцінки екологічної безпеки на вугільних підприємствах через використання матеріальних ресурсів і факторів впливу низького рівня досягнення виробничих потужностей та технологічно недосконалого виробничого процесу, який потребує модернізації з метою підвищення ресурсозберігаючого виробництва.

Аналіз основних досліджень і публікацій. На сьогодні Україна має найстаріший серед країн Європи шахтний фонд, прискорене зношення якого призвело до формування негативного балансу виробничих потужностей. На цей час 96 % українських шахт працюють без реконструкції вже понад 20 років. Дві третини основного стаціонарного устаткування відпрацювало нормативний термін експлуатації і потребує заміни. Одним із показових

економічних параметрів, що може характеризувати вугільну галузь України в цілому, є обсяги імпорту кам'яного вугілля. Так, у 2018 р. загальний обсяг імпорту кам'яного вугілля становив 21,3 млн т (Зелена книга..., 2018), що на 40 % більше за 2014 р., а у 2019 р. – 19,10 млн т. Таким чином, обсяг видобутку кам'яного вугілля не покриває внутрішній національний попит на нього.

Наприкінці 2025 р., згідно з положенням ЕСУ (Енергетична стратегія..., 2017), планується закриття/консервація усіх збиткових шахт України. За попереднім переліком в межах Донецької області кількість таких до 2014 р. сягала 64 шахт, а в межах Луганської області – 26. Очікується, що даний список буде поповнено переліком шахт, що перебувають на невідконтрольних уряду України територіях, або тих, що зазнали гідродинамічного впливу в результаті затоплення останніх, через їх аварійний стан.

Результати досліджень та їх обговорення. Підрахунок запасів кам'яного вугілля в межах Донецького вугільного басейну здійснюється до глибини 1600 м в окремих районах Донецької області та до глибини 1800 м по окремих ділянках Луганської області. Балансові запаси категорії A+B+C₁ у межах басейну (включаючи родовища в межах Харківської та Дніпропетровської області) станом на 01.01.2021 р. становлять 40356,0 млн т, категорії C₂ – 10932,4 млн т. Кількість позабалансових запасів оцінюється у 16688,5 млн т, умовно балансових запасів – у 236,5 млн т (Державний баланс..., 2021). Балансові запаси коксівного вугілля категорії A+B+C₁ сягають 28,3 % від запасів басейну.

Всього у Донецькому басейні станом на 01.01.2021 р. розробляється та підготовлено до освоєння 18563,2 млн т балансових запасів категорії A+B+C₁. З них експлуатується та враховано балансом діючих шахт 7788,5 млн т (Державний баланс..., 2021).

Станом на 01.01.2021 р. всього в межах басейну за державним обліком запасів кам'яного вугілля перебувають 327 діючих шахт, видобуток у 2020 р. здійснювався на 326 шахтах. З них – 242 шахти комерційних недержавних підприємств, 84 шахти державних підприємств (рис. 1). Разом із тим загальний обсяг балансових запасів вугілля в межах недержавних підприємств різних форм власності становить 3756,1 млн т, тобто 48,2 % балансових запасів усіх діючих шахт (рис. 2).

Загальний видобуток вугілля в Донецькому басейні за 2020 р. становив 16 654 тис. т вугілля. Відомості щодо обсягів видобутку в розподілі по адміністративних областях за 2017, 2019 та 2020 рр. (за даними ДНВП "Геоінформ України" (Мінеральні ресурси, 2018, 2020, 2021)) наведено в табл. 1.

Виходячи з даних табл. 1, можна констатувати, що показники загального щорічного видобутку кам'яного вугілля в межах Донецького вугільного басейну мають тенденцію до зниження, починаючи із 2017 р. Зниження загальних обсягів щорічного видобутку в межах басейну відбувається через падіння обсягів видобутку вугілля у розрізі 2017–2020 рр. на шахтах, розташованих у Дніпропетровській та Луганській областях.

Такі показники характерні на тлі загальної динаміки видобутку кам'яного вугілля загалом по Україні. Так, загальне падіння щорічного видобутку кам'яного вугілля по всіх діючих шахтах України знизилось до 17 579 тис. т – тобто на 34 % порівняно із 2016 р., і на 68 % порівняно із 2012 р., враховуючи, що у 2012 р. було видобуто 55 553 тис. т (за даними ДНВП "Геоінформ України"). За даними Міненерго, зменшення обсягів видобутку у 2020 р. порівняно із 2012 р. (річний обсяг видобутку у 2012 р., за даними Міненерго, сягав 85 750 тис. т вугілля) відбулось на 65 %.

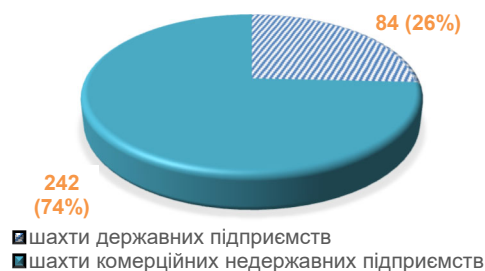


Рис. 1. Гірничі підприємства Донбасу за суб'єктами власності (Донецька та Луганська області разом)

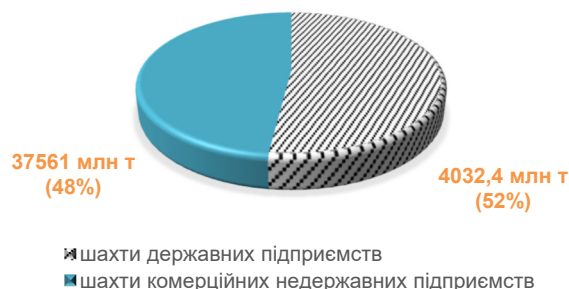


Рис. 2. Розподіл балансових запасів вугілля кат. А+В+С₁ (млн т) між шахтами державних та комерційних недержавних підприємств (Донецька та Луганська області разом)

Таблиця 1

Розподіл обсягів видобутку кам'яного вугілля по діючих шахтах у межах адміністративних областей Донецького вугільного басейну (по роках)

Назва області	Видобуток, тис. т		
	2017 р.	2019 р.	2020 р.
Дніпропетровська	11539	10474	9050
Донецька	6028	7250	7422
Луганська	484	229	182
Харківська	—	—	—
ВСЬОГО	18051	17953	16654

Як головний критерій технічної та екологічної безпеки і, відповідно, рівень ризику використано коефіцієнт еколого-економічної ефективності (оптимальності) технологічних процесів:

$$K_{ee} = \frac{Q_{\phi}}{Q_p} \cdot \frac{M_{\text{пр}}}{M_c} \cdot \frac{m_{\text{ТДС}}}{m_{\phi}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де k_1 – коефіцієнт використання виробничої потужності, що дорівнює відношенню Q_{ϕ} – фактичної продуктивності до розрахункової продуктивності – Q_p ; k_2 – коефіцієнт використання матеріальних ресурсів, які характеризують технологічний випуск продукції – відношення маси продукції $M_{\text{пр}}$ до маси сировини M_c ; k_3 – коефіцієнт навантаження на навколишнє середовище, що виражається через відношення нормативно дозволеного викиду забруднювальної речовини $m_{\text{ТДС}}$ до фактичного значення викиду m_{ϕ} .

Для розрахунку коефіцієнта використання виробничої потужності (k_1) використано показники освоєння виробничих потужностей по основних вуглевидобувних підприємствах Донецької та Луганської областей. Як критерій визначення виробничої потужності кожного основного вуглевидобувного підприємства виступав показник освоєння виробничих потужностей, який розраховувався як відношення обсягів річного видобутку до сумарної потужності шахт різних підприємств.

Як коефіцієнт використання матеріальних ресурсів (k_2) використано показник втрат вугілля, який обчислюється як відношення втрат вугілля до загальної кількості відпрацьованих запасів у межах кожного підприємства за поточний звітний рік.

Для визначення коефіцієнта навантаження на НПС (k_3) доцільно було б використати показники викидів (скидів) забруднювальних речовин у навколишнє середовище, що наводяться в екологічній звітності підприємств. Однак інформація щодо допустимих норм таких викидів (або скидів), яка міститься переважно в дозвільних документах (спецдозвіл на водокористування та ін.), часто відсутня в офіційних відкритих базах даних – переважно через припинення дії спецдозволів у деяких вуглевидобувних підприємств. Тому як критерій оцінки навантаження

на навколишнє природне середовище використано показник, який розраховувався як відношення обсягів неочищених шахтних вод, скинутих у поверхневу гідросферу у межах кожного підприємства, до обсягів шахтних вод, які відкачані кожним підприємством протягом звітного періоду. Такий параметр дає змогу не лише оцінити ступінь орієнтації підприємства на створення екологічно безпечних технологій виробництва, а й ступінь його економічної ефективності. Адаже поєднання низького за значенням коефіцієнта виробничої потужності з високим навантаженням на навколишнє середовище, яке в нашому випадку пов'язане із скидом неочищених шахтних вод у поверхневу гідросферу та надходженням забруднювальних речовин у навколишнє середовище, свідчить про низький рівень екологічної безпеки виробництва та нерентабельність його подальшої діяльності.

Первинна оцінка техногенного та екологічного ризику в межах вуглепромислових районів Донецької області.

Для розрахунку коефіцієнта використання виробничої потужності (k_1) використано показники освоєння виробничих потужностей по основних вуглевидобувних підприємствах Донецької області (табл. 2). Оскільки жодне з підприємств не може характеризуватися повним освоєнням виробничих потужностей, дані із табл. 2 (а саме – показник освоєння виробничих потужностей) були використані для нормування та ранжування відповідно до загального рейтингу ефективності вуглевидобувної діяльності кожного з підприємств (табл. 3).

Отже, отримано результуючу таблицю з визначеними показниками коефіцієнтів використання виробничої потужності в межах кожного підприємства (табл. 4).

У табл. 5 наведено результати призначення коефіцієнта використання матеріальних ресурсів (k_2) на основі врахування відношення втрат вуглевидобутку до кількості відпрацьованих запасів відносно кожного вуглевидобувного підприємства за 2020 рік.

У табл. 6 наведено значення коефіцієнтів використання матеріальних ресурсів (k_2).

Таблиця 2

Показники освоєння виробничих потужностей вуглевидобувними підприємствами Донецької області

Назва підприємства	Сумарна потужність шахт, тис. т/рік	Видобуток за стат. обліком, тис. т	Освоєння виробничих потужностей, %
ДП "Мирноградвугілля"	995	481	48,3
ДП "Селидіввугілля"	1895	146	7,7
ДП "Торецьквугілля"	410	202	49,3
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	1200	Н.д.	–
Шахта ім. М.С. Сургая	1000	Н.д.	–
"ДТЕК "Добропіллявугілля"	4050	2141	52,9
ТДВ "Шахта "Білозерська"	1300	559	43,0
ПрАТ "Ш/у "Покровське"	6162	3446	56,0

Таблиця 3

Ранжування коефіцієнта k_2 за діапазонами значень показника освоєння виробничих потужностей

Діапазон значень виробничих потужностей, %	Величина k_2
0–30	0,2
30–40	0,4
40–50	0,6
50–60	0,8
60–100	1,0

Таблиця 4

Зведені значення коефіцієнтів використання виробничої потужності

Назва підприємства	Освоєння виробничих потужностей, %	Зведений k_1
ДП "Мирноградвугілля"	48,3	0,6
ДП "Селидіввугілля"	7,7	0,2
ДП "Торецьквугілля"	49,3	0,6
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	–	–
Шахта ім. М.С. Сургая	–	–
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	52,9	0,8
ТДВ "Шахта "Білозерська"	43,0	0,6
ПрАТ "Ш/у "Покровське"	56,0	0,8

Таблиця 5

Показники втрат вугілля в межах основних вуглевидобувних підприємств Донецької області за 2020 р.

Назва підприємства	Кількість відпрацьованих запасів, всього тис. т	Видобуток, тис. т	Втрати	
			тис. т	%
ДП "Мирноградвугілля"	382	316	66	17,3
ДП "Селидіввугілля"	118	95	23	19,5
ДП "Торецьквугілля"	150	136	14	9,3
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	115	100	15	13,0
Шахта ім. М.С. Сургая	258	221	37	14,3
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	2014	1479	535	26,6
ТДВ "Шахта "Білозерська"	253	250	3	1,2
ПрАТ "Ш/у "Покровське"	3640	3264	376	10,3

Таблиця 6

Значення коефіцієнтів використання матеріальних ресурсів (k_2)

Назва підприємства	Втрати, %	Зведений k_2
ДП "Мирноградвугілля"	17,3	0,6
ДП "Селидіввугілля"	19,5	0,6
ДП "Торецьквугілля"	9,3	1,0
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	13,0	0,8
Шахта ім. М.С. Сургая	14,3	0,8
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	26,6	0,4
ТДВ "Шахта "Білозерська"	1,2	1,0
ПрАТ "Ш/у "Покровське" (шахта "Красноармійська Західна № 1")	10,3	0,8

Таблиця 7 містить результати розрахунку коефіцієнта навантаження на навколишнє середовище (k_3), що виражається через відношення об'ємів скинутих неочищених шахтних вод у поверхневу гідросферу до об'ємів відкачаних шахтних вод у межах кожного вуглевидобувного підприємства Донецької області.

Як вхідну інформацію використано дані екологічної звітності вуглевидобувних підприємств станом за 2019 р. (Екологічні паспорти регіонів, 2019).

Ранжування коефіцієнта k_3 за діапазонами значень наведено в табл. 8.

Кінцеві значення коефіцієнта навантаження на НПС представлено в табл. 9.

Результуючу таблицю розрахунку коефіцієнта еколого-економічної ефективності (оптимальності) технологічних

процесів основних вуглевидобувних підприємств Донецької області наведено нижче (табл. 10).

Висновки щодо ступеня екологічної безпеки вуглевидобувних підприємств можуть бути здійснені за допомогою табл. 11 (Музалевский, Карлин, 2011). Цю таблицю створено на основі аналізу та екологічного аудиту переліку промислових підприємств, які перебувають у різних природних умовах та належать до різних галузей промисловості – не тільки підприємств вуглевидобувної галузі. Тому, на нашу думку, для більш якісного аналізу та оцінки екологічної безпеки саме вуглевидобувних підприємств України, має бути здійснений їх детальний розширений екологічний аудит.

Таблиця 7

Вхідні дані для розрахунку коефіцієнта навантаження на НПС (k_3)

Назва підприємства	Об'єм шахтної води, що відкачано, тис. м ³ (А)	Об'єм недостатньо очищених та неочищених шахтних вод, скинутих у поверхневі водні об'єкти, тис. м ³ (В)	В/А, д.од.
ДП "Мирноградвугілля"	8715,78	7142,54	0,82
ДП "Селидіввугілля"	16427,76	16084,06	0,97
ДП "Торецьквугілля"	4518,90	4458,00	0,99
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	22812,60	4163,50	0,18
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	2391,96	1132,76	0,47
Шахта ім. М.С. Сургая			
ТДВ "Шахта "Білозерська"			
ПрАТ "Ш/у "Покровське"			

Таблиця 8

Ранжування коефіцієнта k_3 за діапазонами значень показника навантаження на НПС

Відношення В/А, д.од. (таблиця 6)	Зведений k_3
0–0,2	1,0
0,2–0,4	0,8
0,4–0,6	0,6
0,6–0,8	0,4
0,8–1,0	0,2

Таблиця 9

Зведені значення коефіцієнтів навантаження на навколишнє середовище (k_3) у межах вуглевидобувних підприємств

Назва підприємства	В/А, д.од.	k_3
ДП "Мирноградвугілля"	0,82	0,2
ДП "Селидіввугілля"	0,97	0,2
ДП "Торецьквугілля"	0,99	0,2
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	0,18	1,0
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	0,47	0,6
Шахта ім. М.С. Сургая		
ТДВ "Шахта "Білозерська"		
ПрАТ "Ш/у "Покровське" (шахта "Красноармійська Західна № 1")		

Таблиця 10

Результати розрахунку коефіцієнта еколого-економічної ефективності (оптимальності) технологічних процесів основних вуглевидобувних підприємств Донецької області

Назва підприємства	k_1	k_2	k_3	K_{ee}
ДП "Мирноградвугілля"	0,6	0,6	0,2	0,07
ДП "Селидіввугілля"	0,2	0,6	0,2	0,02
ДП "Торецьквугілля"	0,6	1,0	0,2	0,12
ДП "Ш/у "Південнодонбаське № 1"	–	0,8	0,6	–
Шахта ім. М.С. Сургая	–	0,8	0,6	–
ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля"	0,8	0,4	1,0	0,32
ТДВ "Шахта "Білозерська"	0,6	1,0	0,6	0,36
ПрАТ "Ш/у "Покровське" (шахта "Красноармійська Західна № 1")	0,8	0,8	0,6	0,38

Таблиця 11

Оцінка екологічної небезпеки об'єктів промисловості за значеннями коефіцієнта еколого-економічної ефективності

Значення K_{ee}	Аналіз та висновки щодо екологічної безпеки
$K_{ee} > 0,8$	Екологічно безпечне виробництво, яке відповідає сучасним нормативам якості природного середовища
$0,8 > K_{ee} > 0,5$	Екологічно мало небезпечне виробництво, підвищення безпеки можна досягти удосконаленням очисних установок
$0,5 > K_{ee} > 0,3$	Екологічно небезпечне виробництво, необхідна модернізація технологічного процесу, підвищення ресурсозбереження
$K_{ee} < 0,3$	Виробництво абсолютно не відповідає сучасним вимогам, необхідно припинити його діяльність

Як показує аналіз табл. 10 та 11, жодне з вуглевидобувних підприємств Донецької області не можна віднести до екологічно безпечного або екологічно мало небезпечного. Наприклад, еколого-економічна ефективність підприємства ТОВ "ДТЕК "Добропіллявугілля" достатньо низька через нераціональне використання матеріальних ресурсів (показник втрати вугілля під час видобутку на підприємстві є одним із найбільших серед основних вуглевидобувних підприємств). Еколого-економічна ефективність самостійних вуглевидобувних підприємств знижена під фактором впливу низького рівня досягнення виробничих потужностей та технологічно недосконалого виробничого процесу, який потребує модернізації з метою підвищення ресурсозберігаючого виробництва.

Усі державні вуглевидобувні підприємства – ДП "Мирноградвугілля", ДП "Селидіввугілля", ДП "Торецьквугілля" – за оцінкою екологічної небезпеки на основі критерію екологічно-економічної ефективності, належать до підприємств, які абсолютно не відповідають сучасним екологічним вимогам і діяльність яких рекомендовано припинити. Кожен із показників – ступінь досягнення виробничих потужностей, ступінь раціонального використання природних ресурсів (виражений через коефіцієнт використання матеріальних ресурсів) – є дуже низьким на зазначених підприємствах. Натомість, навантаження на навколишнє природне середовище (оцінене тільки лише за об'ємами скинутих шахтних вод у поверхневу гідросферу, без кількісного урахування викидів

забруднювальних речовин у атмосферне повітря, без оцінки ступеня забруднення ґрунтів навколо МВВ та ін.) у результаті видобувної діяльності є вкрай високим, що логічно пояснюється низьким рівнем готовності впровадження вдосконалених і модернізованих еколого-орієнтованих та ресурсозберігаючих технологій на збиткових нерентабельних підприємствах.

Первинна оцінка техногенного та екологічного ризику в межах вуглепромислових районів Луганської області.

Для розрахунку коефіцієнта використання виробничої потужності (k_1) використано показники освоєння виробничих потужностей по основних вуглевидобувних підприємствах Луганської області (табл. 12).

Оскільки жодне з підприємств не може характеризуватися повним освоєнням виробничих потужностей, показник освоєння виробничих потужностей було нормовано та ранжовано відповідно до загального рейтингу ефективності вуглевидобувної діяльності кожного з підприємств Донецького вугільного басейну (табл. 13).

Отже, отримано результуючу таблицю з визначеними показниками коефіцієнтів використання виробничої потужності в межах кожного підприємства (табл. 14). Показник видобутку за статистичним обліком у межах підприємства ДП "Первомайськвугілля" відсутній, тому

для розрахунку величини освоєння виробничих потужностей у межах підприємства використано дані з видобутку вугілля у 2020 р. (111 тис. т).

У табл. 16 наведено результати призначення коефіцієнта використання матеріальних ресурсів (k_2) на основі врахування відношення втрат вуглевидобутку до кількості відпрацьованих запасів у межах кожного вуглевидобувного підприємства за 2020 р. (табл. 15).

Таблиця 17 містить дані результатів розрахунку коефіцієнта навантаження на НПС, що виражається через відношення об'ємів скинутих неочищених шахтних вод у поверхневу гідросферу до об'ємів відкачаних шахтних вод у межах кожного вуглевидобувного підприємства Луганської області. Як вхідну інформацію використано дані екологічної звітності вуглевидобувних підприємств станом за 2019 р.

Ранжування коефіцієнта k_3 за діапазонами значень наведено в табл. 18.

Результуючі значення коефіцієнта навантаження на навколишнє природне середовище представлено в табл. 19.

Результуючу таблицю розрахунку коефіцієнта еколого-економічної ефективності (оптимальності) технологічних процесів основних вуглевидобувних підприємств Луганської області наведено нижче (табл. 20).

Таблиця 12

Показники освоєння виробничих потужностей вуглевидобувними підприємствами Луганської області

Назва підприємства	Сумарна потужність шахт, тис. т/рік	Видобуток за стат. обліком, тис. т	Освоєння виробничих потужностей, %
ПАТ "Лисичанськвугілля"	1010	178	17,6
ДП "Первомайськвугілля"	1200	Н.д.	-

Таблиця 13

Ранжування коефіцієнта k_1 за діапазонами значень показника освоєння виробничих потужностей

Діапазон значень виробничих потужностей, %	Величина k_1
0–30	0,2
30–40	0,4
40–50	0,6
50–60	0,8
60–100	1,0

Таблиця 14

Зведені значення коефіцієнтів використання виробничої потужності (k_1)

Назва підприємства	Освоєння виробничих потужностей, %	Зведений k_1
ПАТ "Лисичанськвугілля"	17,6	0,2
ДП "Первомайськвугілля"	9,0	0,2

Таблиця 15

Показники витрат вугілля в межах основних вуглевидобувних підприємств Луганської області за 2020 р.

Назва підприємства	Кількість відпрацьованих запасів, всього тис. т	Видобуток, тис. т	Втрати	
			тис. т	%
ПАТ "Лисичанськвугілля"	54	47	7	19,6
ДП "Первомайськвугілля"	124	111	22	16,1

Таблиця 16

Зведені значення коефіцієнтів використання матеріальних ресурсів (k_2)

Назва підприємства	Втрати, %	Зведений k_2
ПАТ "Лисичанськвугілля"	19,6	0,6
ДП "Первомайськвугілля"	16,1	0,6

Таблиця 17

Вхідні дані для розрахунку коефіцієнта навантаження на навколишнє середовище (k_3)

Назва підприємства	Об'єм шахтної води, що відкачано, тис. м ³ (А)	Об'єм недостатньо очищених та неочищених шахтних вод, скинутих у поверхневі водні об'єкти, тис. м ³ (В)	В/А, д.од.
ПАТ "Лисичанськвугілля"	3077,86	2579,50	0,83
ДП "Первомайськвугілля"	13641,3	12181,3	0,89

Таблиця 18

Ранжування коефіцієнта k_3 за діапазонами значень показника навантаження на НПС

Відношення В/А, д.од.	Приведений k_3
0–0,2	1,0
0,2–0,4	0,8
0,4–0,6	0,6
0,6–0,8	0,4
0,8–1,0	0,2

Таблиця 19

Зведені значення коефіцієнтів навантаження на навколишнє середовище (k_3) у межах вуглевидобувних підприємств

Назва підприємства	В/А, д.од.	k_3
ПАТ "Лисичанськвугілля"	0,83	0,2
ДП "Первомайськвугілля"	0,89	0,2

Таблиця 20

Результати розрахунку коефіцієнта еколого-економічної ефективності (оптимальності) технологічних процесів основних вуглевидобувних підприємств Луганської області

Назва підприємства	k_1	k_2	k_3	$K_{\text{еє}}$
ПАТ "Лисичанськвугілля"	0,2	0,6	0,2	0,024
ДП "Первомайськвугілля"	0,2	0,6	0,2	0,024

Висновки відносно ступеня екологічної безпеки вуглевидобувних підприємств можуть бути здійснені за допомогою табл. 11 (Музалевский, Карлин, 2011).

За даними, наведеними в табл. 19 та 11, жодне з вуглевидобувних підприємств Луганської області не можна віднести до екологічно безпечного.

Еколого-економічна ефективність таких підприємств, як ДП "Лисичанськвугілля" та ДП "Первомайськвугілля" через низький рівень досягнення виробничих потужностей та технологічно недосконалий виробничий процес потребує модернізації з метою підвищення ресурсозбереження та охорони НПС від забруднення. Навантаження на НПС (оцінене тільки лише за об'ємами скинутих шахтних вод у поверхневу гідросферу, без кількісного урахування викидів забруднювальних речовин у атмосферне повітря, без оцінки ступеня забруднення ґрунтів навколо МВВ та ін.), що створюється обома підприємствами в результаті видобувної діяльності, є вкрай високим, що логічно пояснюється низьким рівнем готовності економічно нерентабельних підприємств до впровадження вдосконалених і модернізованих еколого-орієнтованих та ресурсозберігаючих технологій.

Виробнича діяльність підприємств ДП "Лисичанськвугілля" та ДП "Первомайськвугілля" за критерієм еколого-економічної ефективності абсолютно не відповідає сучасним екологічним вимогам. Діяльність підприємств рекомендовано припинити.

Первинна оцінка рівня екологічної безпеки основних вуглевидобувних підприємств Луганської та Донецької областей

Результуючу схему оцінки екологічної безпеки на підприємствах Донецької та Луганської областей представлено на рис. 3. Відповідно до схеми та за результатами оцінки параметра еколого-економічної ефективності підприємств та аналізу його впливу на формування екологічної безпеки виробництва, жодне з основних вуглевидобувних підприємств Донецької та Луганської областей не належить до екологічно безпечних. Підприємства ДП "Лисичанськвугілля", ДП "Первомайськвугілля" (Луганська область), а також підприємства ДП "Мирноградвугілля" та ДП "Селидіввугілля" (Донецька область) характеризуються найменшим значенням коефіцієнта оптимальності технологічних процесів і віднесені до вкрай екологічно небезпечних підприємств.

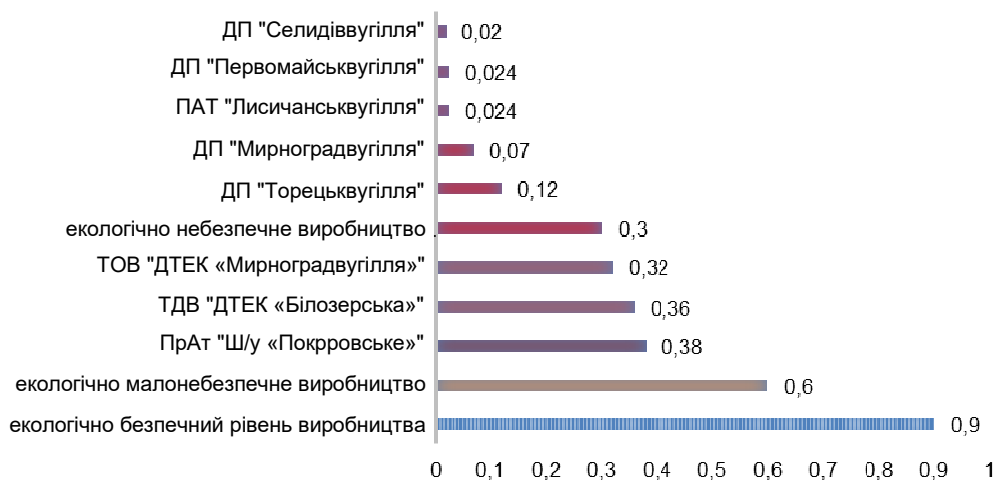


Рис. 3. Рівень екологічної безпеки вуглевидобувних підприємств Донецької та Луганської області за показником оптимальності технологічних процесів

Висновки

Аналіз здійснювався на основі прив'язки груп вугільних шахт до основних геолого-промислових районів

Донецького вугільного басейну. Це аргументовано тим, що кожен геолого-промисловий район відрізняється власними, характерними для нього, гірничо-геологічними та

технологічними способами розробки вугільних пластів. Враховуючи тривалість періоду відпрацювання вугільних шахт Донецького басейну (понад 100 років), з кожним роком умови експлуатації шахт та видобутку вугілля ускладнюються:

- збільшується глибина розробки;
- гірничо-геологічні умови на таких глибинах стають дедалі складнішими, враховуючи, що технічно-матеріальний фонд більшості вугільних шахт Донецького басейну є вкрай застарілим;
- експлуатаційні запаси виснажуються.

Все це є одним з основних чинників зниження ефективності вуглевидобувної діяльності та зниження рентабельності основних вуглевидобувних підприємств.

Крім того, відбувається штучне формування ускладнених геолого-гідрогеологічних умов експлуатації шахт ДП "Первомайськвугілля" (Луганська область), що пов'язано із затопленням гідравлічно пов'язаних із ними шахт, які розташовані на непідконтрольних уряду України територіях.

Загальною негативною рисою сучасної ситуації із станом запасів кам'яного вугілля в межах Донецького вугільного басейну є те, що валова частина запасів зосереджена в межах шахт діючих Державних підприємств, що характеризуються незадовільним станом матеріально-технічного фонду. Водночас на території Донецького басейну діють всього 84 шахти державних підприємств, у той час як кількість шахт комерційних підприємств становить 242 од.

Падіння обсягів видобутку вугілля відбувається ще з 2012 р. і, за усередненими даними, у 2020 р. обсяги видобутку вугілля всіма шахтами Донецького басейну знизились на 66 % порівняно із 2012 р.

Аналізуючи стан вугільної галузі за основними показниками видобутку, такими як: річні обсяги видобутку вугілля; коефіцієнт річного освоєння запасів вугілля (відношення видобутку до сумарних експлуатаційних запасів, підрахованих на поточний період); показники виконання плану з обсягу товарної вугільної продукції; а також за показниками середньої багаторічної собівартості видобутку вугілля по окремих підприємствах, можна зробити висновок – насправді, у загальній структурі вуглевидобування і освоєння експлуатаційних запасів вугілля спостерігається тенденція до зниження ефективності вуглевидобувної діяльності серед підприємств державної форми власності.

Аналіз основних факторів техногенного навантаження, що створюється складовими технологічного комплексу вуглевидобувних підприємств, дав змогу здійснити оцінку екологічного ризику, що існує в межах територій, прилеглих до шахт.

За результатами оцінки параметра еколого-економічної ефективності підприємств та аналізу його впливу на формування екологічної безпеки виробництва, жодне з основних вуглевидобувних підприємств Донецької та Луганської областей не належить до екологічно безпечних. Підприємства ДП "Лисичанськвугілля", ДП "Первомайськвугілля" (Луганська область), а також підприємства ДП "Мирноградвугілля" та ДП "Селидіввугілля" (Донецька область) характеризуються найменшим значенням коефіцієнта оптимальності технологічних процесів і віднесені до вкрай екологічно небезпечних підприємств за результатами оцінки.

Список використаних джерел

Андрейцев, В.І. (2002). *Право екологічної безпеки*. Знання-Прес.
Державний баланс запасів корисних копалин України на 01.01.2021 р. (2021). *Вугілля*. Вип. 22. Кн. 1. *Державна служба геології та надр України*, ДНВП "Геоінформ України".

Екологічна безпека вугільних родовищ України (2016). Г.І. Рудько, О.І. Бондар (Ред.). Букрек.

Екологічні паспорти регіонів (2019). <https://mepr.gov.ua/news/35913.html>
Енергетична стратегія України до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" (2017). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

Зелена книга "Регулювання ринку вугілля" (2018). Київ: Офіс ефективного регулювання BRDO. <https://regulation.gov.ua/book/137-zelena-kniga-reguluvannya-rinku-vugilla>

Кірін, Р.С. (2018). Легальне визначення поняття "охорона надр". *Юридична Україна*, 7, 54–60.

Лазаренко, В.А. (2010). *Адміністративно-правове регулювання екологічної безпеки в Україні* [Автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.07].

Мінеральні ресурси України (2018). Довідник. Державне науково-виробниче підприємство "Державний геологічний фонд України".

Мінеральні ресурси України (2020). Довідник. Державне науково-виробниче підприємство "Державний геологічний фонд України".

Мінеральні ресурси України (2021). Довідник. Державне науково-виробниче підприємство "Державний геологічний фонд України".

Москаленко, С.І. (2011). *Адміністративно-правове регулювання у сфері екологічної безпеки* [Автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.07].

Музалевський, А.А., Карлін, Л.Н. (2011). Екологические риски: теория и практика. РГМУ, ВВМ.

Павличенко, А.В. (2017). *Екологічна небезпека експлуатації та ліквідації вугільних шахт: методологія оцінки, напрями і засоби зниження* [Автореф. дис. докт. техн. наук: 21.06.01].

Про схвалення Концепції Державної цільової програми справедливої трансформації вугільних регіонів України на період до 2030 року (2021). Постанова КМУ від 22 вересня 2021 р. № 1024. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2021-%D0%BF#Text>

Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. (2011). Закон України від 21 квітня 2011 р. № 3268–VI. *Офіційний вісник України*, 39, 30, Ст. 1581.

Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 р. (2019). Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697–VIII. *Офіційний вісник України*, 28, 29, Ст. 980.

Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 р. (2017). "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність". Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. *Урядовий кур'єр*, 167.

Прудник, С.В. (2018). *Адміністративно-правові засоби забезпечення екологічної безпеки в Україні* [Автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.07].

Tubis, A., Werbńska-Wojciechowska, S., Wroblewski, A. (2020). Risk assessment methods in mining industry – a systematic review. *Appl.Sci.*, 10, 5172. doi:10.3390/app10155172.

References

Andreytsev, V.I. (2002). *Environmental law: educational and scientific-practical guide*. Knowledge-Press [in Ukrainian].

Concept of the State target program for the fair transformation of the coal regions of Ukraine for the period up to 2030 (2021). Resolution of the CMU dated September 22, 2021 №. 1024. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2021-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

Environmental safety of coal deposits of Ukraine (2016). G.I. Rudko, O.I. Bondar (Eds.). Bukrek [in Ukrainian].

Ecological passports of regions (2019). <https://mepr.gov.ua/news/35913.html> [in Ukrainian].

Energy Strategy of Ukraine for the period until 2035 (2017). "Safety, energy efficiency, competitiveness". Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017 No. 605-r. *Government Courier*, 167 [in Ukrainian].

Green Paper "Coal Market Regulation" (2018). Kyiv: BRDO Effective Regulation Office. <https://regulation.gov.ua/book/137-zelena-kniga-reguluvannya-rinku-vugilla> [in Ukrainian].

Kirin, R.S. (2018) Legal definition of the term "subsoil protection". *Legal Ukraine*, 7, 54–60 [in Ukrainian].

Lazarenko, V.A. (2010) *Administrative and legal regulation of environmental safety in Ukraine* [Extenet abstract of Candidate's Thesis (Law): 12.00.07] [in Ukrainian].

Mineral resources of Ukraine (2018). Handbook. State scientific and research enterprise "Geoinform of Ukraine" [in Ukrainian].

Mineral resources of Ukraine (2020). Handbook. State scientific and research enterprise "Geoinform of Ukraine" [in Ukrainian].

Mineral resources of Ukraine (2021). Handbook. State scientific and research enterprise "Geoinform of Ukraine" [in Ukrainian].

Moskalenko, S.I. (2011). *Administrative and legal regulation in the field of environmental safety* [Extenet abstract of Candidate's Thesis (Law): 12.00.07] [in Ukrainian].

Muzalevsky A.A., Karlyn L.N. (2011). *Ecological risks: theory and practice*. RGSU [in Russian].

On the Basic principles (strategy) of the state environmental policy of Ukraine for the period up to 2030 (2019). Law of Ukraine dated February 28, 2019 No. 2697–VIII. *Official Gazette of Ukraine*, 28, 29, Art. 980 [in Ukrainian].

Pavlychenko, A.V. (2017). *Environmental danger of operation and liquidation of coal mines: evaluation methodology, directions and means of reduction* [Extenet abstract of Doctor's Thesis (Techn.): 21.06.01] [in Ukrainian].

Prudnyk, S.V. (2018). *Administrative and legal means of ensuring environmental safety in Ukraine* [Extenet abstract of Candidate's Thesis (Law): 12.00.07] [in Ukrainian].

State balance of mineral reserves of Ukraine on January 1, 2021. (2021). *Coal. Issue 22. Book 1. State Geology and Subsoil Service of Ukraine*, State scientific and research enterprise "Geoinform of Ukraine" [in Ukrainian].

State-wide program for the development of the mineral and raw material base of Ukraine for the period until 2030 (2011). Law of Ukraine dated April 21, 2011 No. 3268-VI. *Official Gazette of Ukraine*, 39, 30, Art. 1581 [in Ukrainian].

Oleg ULYTSKYI, Dr. Sci. (Geol.), Prof.
ORCID ID: 0000-0003-2674-2208
e-mail: olegulytsky@gmail.com
State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management
of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Mariia KURYLO, Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.
ORCID ID: 0000-0002-1411-2754
e-mail: kurilo@univ.kiev.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Volodymyr BALA, Ph.D. PhD (Geol.)
ORCID ID: 0000-0001-6180-5126
e-mail: balavv79@gmail.com
State Commission of Ukraine on Mineral Reserves, Kyiv, Ukraine

Tubis, A., Werbinska-Wojciechowska, S., Wroblewski, A. (2020). Risk assessment methods in mining industry – a systematic review. *Appl. Sci.*, 10, 5172. doi:10.3390/app10155172.

Отримано редакцією журналу / Received: 08.04.23
Прорецензовано / Revised: 19.07.23
Схвалено до друку / Accepted: 18.10.23

ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL RISK ACCORDING TO THE CRITERIA OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF COAL MINING ENTERPRISES OF THE DONTSK AND LUHANSK REGIONS

The peculiarities of the geological and technical conditions of the coal deposits of the Donetsk coal basin, which are concentrated within the Donetsk and Luhansk regions, are revealed. The main indicators are given and an analysis of the technical and economic state of the coal industry is performed using the example of the main coal mining enterprises of the studied territories. An assessment of the complex impact on the surrounding natural environment created by the main coal-mining enterprises was carried out, based on a detailed examination and identification of a number of factors of the creation of man-made load within the limits of technology technical complexes of coal mining facilities.

The assessment of technogenic and environmental risk based on the criteria of ecological and economic efficiency of coal mining enterprises of Donetsk and Luhansk regions made it possible to form the first approximate, but scientifically based ideas about the profitability (unprofitability) of coal mining activities of some enterprises, which is the basis for the further development of recommendations on consistency and expediency closing of mines in order to reduce the technogenic load. The article analyzes and uses data from the official environmental reporting of coal-mining enterprises, data from the Geoinform Ukrainy State Research Institute, the Ministry of Energy, the State Statistics Service, and scientific and methodological sources.

According to the results of the assessment of the parameter of ecological and economic efficiency of enterprises and analysis of its influence on the formation of ecological safety of production, none of the main coal-mining enterprises of Donetsk and Luhansk regions is considered ecologically safe. Enterprises of SE "Lysychanskvugilya", SE "Pervomaiskvugilya" (Luhansk region), as well as enterprises of SE "Myrnodgradvugilya" and SE "Selydivvugilya" (Donetsk region) are characterized by the lowest value of the coefficient of optimality of technological processes and are classified as extremely environmentally dangerous enterprises according to the results of the assessment.

Keywords: environmental risks, environmental safety management, coal mines, technogenic load factors, environmental and economic efficiency.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.